Botânica: *Flores, sexo e letras*
Artigo de opinião de Jorge M. Canhoto

Animações no ensino da Física
Conheça a opinião de Paulo S. Carvalho

Entrevista à prof.ª Maria João Ramos
Investigadora na área da Química Teórica

REVISTA DE
CIÊNCIA ELEMENTAR

Volume 3 | Ano 2015

Número 1 | Janeiro a Março

Casa das Ciências casadasciencias.org

Correio e Agenda
Envie-nos as suas sugestões e conheça as nossas 3

Notícias
Esteja a par das últimas novidades da Ciência 4

Editorial
Casa das Ciências: Futuro Incerto? por Pedro Fernandes 5

Opinião
Sexo, flores e letras por Jorge M. Canhoto 6
Animações virtuais no ensino da física por Paulo S. Carvalho 10

Entrevista do trimestre
À conversa com a prof.ª Maria João Ramos 14

História da Ciência
Nicola Tesla 18
Heinrich R. Hertz 18
Werner von Siemens 19

Ciência Elementar

Biologia
Tecidos animais 22
Tecido conjuntivo 22
Tecido epitelial animal 23
Tecido muscular 24
Tecido nervoso 27

Física
Condutividade 28
Força de Lorentz 30
Lei de Coulomb 31

Matemática
Semelhança de triângulos 32
Seno de um ângulo agudo 33

Química
Ânodo 34
Cátodo 34
Eletrólise 35

Recursos educativos
Conheça os mais recentes RED na Casa das Ciências 37

Fotos nas apresentações
Sugestões de imagens para usar nas suas apresentações 41

Revista de Ciência Elementar

ISSN 2183-1270

Corpo editorial

Editor-chefe José Alberto Nunes Ferreira Gomes (Dep. Química e Bioquímica - FCUP) **Coordenação Editorial** Maria João Ribeiro Nunes Ramos (Dep. Química e Bioquímica - FCUP) • Pedro Manuel A. Alexandrino Fernandes (Dep. Química e Bioquímica - FCUP) • Alexandre Lopes de Magalhães (Dep. Química e Bioquímica - FCUP) **Comissão Editorial** José Francisco da Silva Costa Rodrigues (Dep. Matemática - FCUL) • João Manuel Borregana Lopes dos Santos (Dep. Física e Astronomía - FCUP) • Jorge Manuel Pataca Leal Canhoto (Dep. Ciências da Vida - FCTUC) • Luís Vitor da Fonseca Pinto Duarte (Dep. Ciências da Terra - FCTUC) • Paulo Emanuel Talhadas Ferreira da Fonseca (Dep. Geologia - FCUL) • Paulo Jorge Almeida Ribeiro-Claro (Dep. Química - UA)

Produção

Diretor de Produção Manuel Luis da Silva Pinto **Conceção e Design** Nuno Miguel da Silva Moura Machado **Suporte Informático** Guilherme de Pinho N. Rietsch Monteiro **Secretariado** Alexandra Maria Silvestre Coelho **Apoio Técnico** Diana Raquel de Carvalho e Barbosa

Contributos para os artigos de *História da Ciência* e *Ciência Elementar*

Como autor(a) Ângela Geraldo (Mestrado em Ensino da Matemática - FCUP) • Catarina Moreira (Doutoramento em Biologia - FCUL) • Daniel Ribeiro (Mestrado em Ensino de Física e Química - FCUP) • João Nuno Tavares (Departamento de Matemática - FCUP) • Luis Spencer Lima (Doutoramento em Química - FCUP) • Mariana de Araújo (Licenciatura em Física - FCUP) • Miguel Ferreira (Licenciatura em Física - FCUP) • Ricardo Fernandes (Mestrado em Química - FCUP) **Como editor(a)** Eduardo Lage (Dep. Física e Astronomia - FCUP) • Joaquim Agostinho Moreira (Dep. Física e Astronomia - FCUP) • Jorge Gonçalves (Dep. Química e Bioquímica - FCUP) • José Feijó (Dep. Genética Molecular e Biologia Celular - Univ. Maryland, EUA) • José Francisco Rodrigues (Dep. Matemática - FCUL)

Imagem de capa Colónia de cogumelos de Paulo Santos

FUNDAÇÃO CALOUSTE GULBENKIAN

Correio do leitor

Esta revista surgiu a pensar em si e é para nós muito importante conhecer a sua opinião. Envie-nos os seus comentários e sugestões para o endereço rce@casadasciencias.org.

Olá! A vossa revista tem sido muito útil para mim, mas gosto de manusear o papel quando tenho algo para lr. Estão a considerar a possibilidade de a imprimir e distribuir em papel ?

um assinante em potência

Como pode confirmar no texto que acompanha a revista, existe essa possibilidade, mas precisamos de ter um simples estudo de mercado para podermos avançar com essa ideia. Como compreende, a impressão tem custos, a distribuição também e, embora tenhamos já a indicação de que existe um razoável número de interessados, a sua dimensão não nos dá garantias da cobertura das despesas. Aproveitavamos a oportunidade para lhe solicitar, bem como a todos os potenciais interessados, que respondam ao muito simples questionário que anexamos a este número da revista, e que o remetam para terceiros, nomeadamente Bibliotecas, Direções de Escolas, Departamentos Universitários, Bibliotecas escolares, etc no sentido de podermos tomar uma decisão a curto prazo. Estimamos que a assinatura anual da revista (quatro números) possa ficar por €19,90.

A equipa de produção

Sou professora de Física e Química numa escola secundária e tenho pena que o banco de imagens não tenha praticamente nada da minha área. Era importante que imagens do quotidiano comentadas com suporte científico, pudessem ser disponibilizadas para o professor usar em apresentações, textos, testes etc.

Manuela Graça

Cara colega:
A "Casa das Ciências", em todas as suas componentes, é o que os seus membros querem que ela seja. Na imagem, nos textos científicos ou nos materiais digitais para uso em contexto educativo, quanto mais depositarem e submeterem à apreciação, mais teremos para disponibilizar a todos. Não esqueça que este portal, para além de ser um serviço, possui uma lógica de partilha. Como com certeza sabe, hoje em dia, com uma máquina digital simples, (ou mesmo com um bom telemóvel) é muito fácil fazer uma fotografia tecnicamente com qualidade. Assim sendo devolvemos-lhe o desafio. Na sua sala de aula, ao fazer as suas montagens, ou ao encontrar no seu fim-de-semana uma boa imagem sobre a luz (estamos no ano internacional dela) ou sobre um processo físico mecânico, ou sobre um qualquer fenómeno eléctrico ou hídrico, fotografe-o, comente-o e envie-o para o banco de imagem, que, como em todos os procedimentos da Casa das Ciências, dar-lhe-emos resposta, e publicando se for caso disso.

A equipa de produção

Agenda

Eclipse do Sol

20 de Março, das 08h às 10h

No dia 20 de Março Portugal assistirá a eclipse parcial do Sol, com início previsto para as 08h00, aproximadamente. Um pouco por todo o país estão agendadas sessões de observação.

Enxertia - uma técnica ancestral de clonagem

Centro Ciência Viva do Algarve

21 de Março de 2015, a partir das 14h

Um pessegueiro a dar ameixas, um marmeleiro a dar marmelos e peras ou uma laranjeira a dar limões.... Nesta oficina pode descobrir o que é a enxertia, para que serve, e como e quando se deve fazer.

Minicientistas

Fundação de Serralves

até final do ano letivo

Oficina que desperta a curiosidade e o gosto pela Natureza através da experimentação. Extrair corantes naturais de plantas tintureiras da horta, capturar e observar borboletas ou observar características de vários animais do solo, com a ajuda de lupas, pinças e caixas de petri, são algumas das propostas.

Ano Internacional da Luz

2015 foi declarado pela UNESCO como o Ano Internacional da Luz e da ótica. Procura-se chamar a atenção para a importância da luz e da ótica na promoção da sustentabilidade e como solução para problemas energéticos, entre outros.

Plasmas hipersónicos

Foi inaugurado no Instituto Superior Técnico o Laboratório de Plasmas Hipersónicos, com o objetivo de estudar a reentrada de naves espaciais ou outros objetos na atmosfera da Terra e de Marte.

Dawn já orbita Ceres

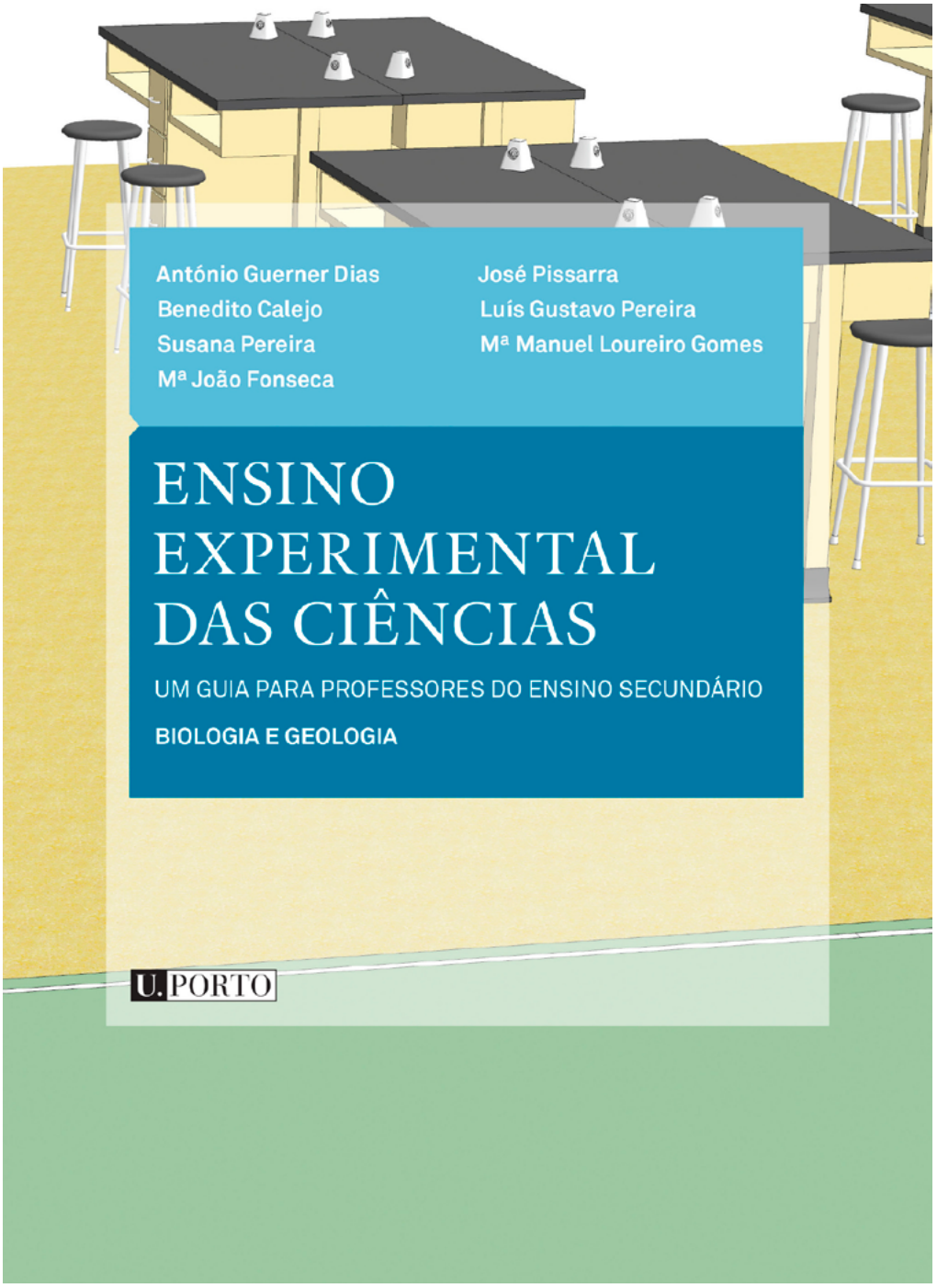
Ceres, um planeta-anão que se encontra na cintura de asteróides entre Marte e Júpiter, está desde seis de março a ser orbitado por uma sonda da NASA. A sonda chama-se Dawn e tem como objetivo estudar a superfície e o interior de Ceres, na tentativa de compreender melhor como ocorreu a sua formação e a formação do próprio Sistema Solar.

GSSP em Peniche

Um afloramento em Peniche, na Ponta do Trovão, datado do Jurássico Inferior (Toarciano, 182,7±0,7 MA), foi definido como "Global Boundary Stratotype Section and Point" pela ICS. Esta definição permite datar andares estratigráficos com maior precisão.

Ensino experimental das Ciências

A Universidade do Porto acaba de lançar um guia para professores do ensino secundário, das áreas de Biologia e Geologia, centrando-se no trabalho prático e experimental.



Esta obra procura apontar alguns caminhos que permitam contribuir para a dinamização do trabalho prático, com recurso aos equipamentos e materiais que se encontram disponíveis nos laboratórios de ciências das diferentes escolas.

O livro centra-se no trabalho prático e experimental e é destinado, essencialmente, a professores de ciências do Ensino Secundário, dando particular atenção a algumas das mais modernas tecnologias experimentais, respeitando sempre as normas e recomendações de funcionamento em ambiente laboratorial e discutindo aspetos específicos do ensino experimental em Biologia e Geologia.

Casa das Ciências: Futuro Incerto?

Pedro Alexandrino Fernandes

Caros leitores,

Como já terão reparado, a Casa das Ciências implementou um pedido de auxílio financeiro voluntário (*crowdfunding*) aos seus membros e leitores. De facto, a vigência do projeto original (financiado) da Casa das Ciências está a terminar. A Casa das Ciências está a procurar ativamente fontes alternativas de financiamento, para não deixar morrer uma ideia e um projeto que congregou mais de 40% dos professores do ensino secundário português, e que teve mais de sete milhões de acessos às páginas do seu portal desde a sua fundação. A Casa é de todos nós, foi construída pela nossa comunidade de professores e cientistas, e tudo faremos para a desenvolver, aumentar, e perpetuar. No entanto, nestes tempos de incerteza que qualquer transição implica, decidimos pedir auxílio aos nossos membros e leitores, para que a continuidade do projeto nunca chegue a ser quebrada. Se o for, dificilmente conseguiremos recomeça-lo sem perdas irreversíveis para a sua dinâmica e qualidade. Nesse sentido, apelamos a todos vós para não deixarem ruir a Casa que todos construímos.

A Casa é de todos nós, foi construída pela nossa comunidade de professores e cientistas, e tudo faremos para a desenvolver, aumentar, e perpetuar.

Nesta edição da Revista, trazemos aos leitores dois artigos de opinião. O primeiro, da autoria de Jorge Canhoto, constitui uma dissertação que desvenda muitos dos mistérios que as flores têm para nós. A sua função, a sua anatomia, a sua genética, e a razão de serem como são.

O segundo artigo de opinião, da autoria de Paulo Simeão de Carvalho, divulga ao leitores algo do melhor que se tem feito em termos de simulações computacionais em Física, com aplicação disponível, gratuita, e direta, para o ensino secundário. No seu conjunto, os dois artigos alimentam o intelecto do professor e propõe-lhe estratégias para alimentar o intelecto do aluno. A estes dois artigos segue-se uma interessante entrevista a Maria João Ramos, figura incontornável do mundo científico-académico português, que nos fala do seu trabalho científico que unifica química, biologia, e computação, e do seu papel na coordenação da Casa das Ciências.

(...) nestes tempos de incerteza que qualquer transição implica, decidimos pedir auxílio aos nossos membros e leitores, para que a continuidade do projeto nunca chegue a ser quebrada.

Por fim, e seguindo a sua estrutura habitual, a Revista apresenta artigos sobre História da Ciência, Ciência Elementar e Recursos Educativos.

É com muito gosto que distribuímos a 6.ª edição da Revista de Ciência Elementar e fazemos votos de conseguir manter este projeto ativo, apesar das dificuldades financeiras, e levar a todos vós muitas mais edições da Revista, e muitos mais recursos educativos desta Casa.

Pedro Alexandrino Fernandes
Coordenador do projeto
Casa das Ciências

A Casa das Ciências precisa da sua ajuda

A Casa das Ciências leva a cabo uma campanha de crowdfunding que pretende angariar recursos para continuar a apoiar professores, alunos e comunidade em geral. Para continuar a prestar um excelente serviço, a Casa das Ciências precisa, nesta fase, da sua ajuda, por isso visite a página online e contribua. Obrigado.

Contribuir

Flores, sexo e letras

Jorge M. Canhoto

Tudo é mais simples do que pensas e ao mesmo tempo mais complexo do que possas imaginar.

J. W. von Goethe

As flores sempre inspiraram o génio humano. A humanidade seria certamente mais pobre sem os "lírios" de van Gogh, as "papoilas" de O'Keeffe ou as "flores" de Warhol. No entanto, para as plantas, as flores têm funções mais prosaicas – destinam-se "apenas" a assegurar a produção de descendentes. À semelhança de muitos e diversificados organismos, as plantas também se reproduzem sexuadamente embora apresentem muitas estratégias de reprodução assexuada. Nas plantas com flor, conhecidas como angiospérmicas, as flores são os órgãos que asseguram a reprodução sexuada, sendo as angiospérmicas as únicas plantas capazes de produzir este tipo de estruturas. No entanto, a importância das flores vai muito para além da sua função biológica. O aparecimento da flor em termos evolutivos implicou o surgimento de outras estruturas, como o fruto, onde as sementes se desenvolvem e permanecem protegidas. Para além disso, em muitas espécies, o fruto auxilia a dispersão das sementes, permitindo a colonização de novos habitats.

A humanidade seria certamente mais pobre sem os "lírios" de van Gogh, as "papoilas" de O'Keeffe ou as "flores" de Warhol.

Dados recentes de biologia molecular sugerem que as angiospérmicas possam ter divergido dos seus parentes mais próximos, as gimnospérmicas, há cerca de 350 milhões de anos. No entanto, foi no Cretácico que ocorreu a sua rápida diversificação, estimando-se que há 90 milhões de anos, a maioria das cerca de 450 famílias que hoje são reconhecidas, já existiriam. Esta rápida (em termos evolutivos) radiação das angiospérmicas intrigou bastante Charles Darwin, que na sua correspondência com outros autores lhe chamou um "abominável mistério". Estima-se que o número de espécies de angiospérmicas ronde os 350.000, o que mostra o enorme sucesso evolutivo deste grupo de plantas. A diversidade de espécies reflecte-se também na diversidade floral, uma vez que cada espécie apresenta um tipo particular de flor. Além disso, em espécies que são muito utilizadas como ornamentais, como sejam as tulipas, as orquídeas ou os hibiscos, existem milhares de variedades, cada uma com um padrão de coloração diferente.

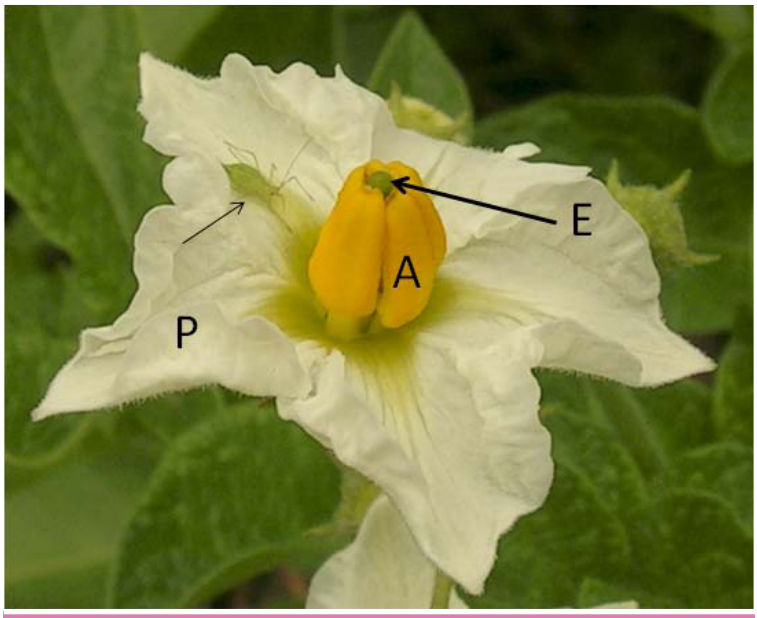


Figura 1 Flor de uma solanácea. P – pétala, A – antera, E – estigma (parte superior do carpelo). Nesta fotografia as sépalas não são visíveis. Um insecto é também visível (seta).

Uma flor (figura 1) completa possui quatro órgãos designados por sépalas, pétalas, estames e carpelos. Os dois primeiros não têm um envolvimento directo na reprodução, mas são muito importantes na protecção da flor (as sépalas) e na atracção (pétalas) de agentes polinizadores (*e.g.*, insectos, aves). A diversidade floral está, na maior parte dos casos, associada com modificações na forma, número e padrões de coloração destes órgãos, em particular das pétalas. Os estames e os carpelos são os órgãos reprodutores. Os primeiros são os órgãos masculinos, onde são produzidos os grãos

de pólen, responsáveis pela formação e transporte dos gâmetas masculinos até ao órgão reprodutor feminino, o carpelo. Este é vulgarmente uma estrutura em forma de garrafa, com uma zona superior designada estigma onde os grãos de pólen são depositados, um canal mais ou menos comprido chamado estilete e uma zona dilatada, o ovário, onde se localiza um ou mais óvulos. No interior dos óvulos desenvolve-se um saco embrionário onde está localizado o gâmeta feminino (oosfera).

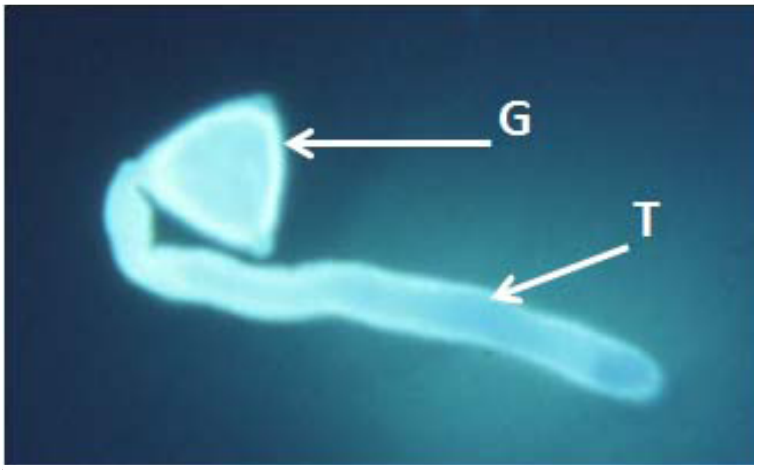


Figura 2 Grão de pólen (G) germinado de *Feijoa sellowiana*, sendo visível o tubo polínico (T). O material foi tratado com azul de anilina e observado num microscópio de fluorescência.

Uma vez no estigma, os grãos de pólen germinam (figura 2), ou seja, forma-se um prolongamento (tubo polínico) da célula vegetativa que vai transportar os dois gâmetas masculinos, resultantes da divisão da célula generativa, até ao saco embrionário. Para que tal aconteça, o tubo polínico tem que atravessar o estilete, que em algumas plantas pode ser longo e apresentar alguns centímetros de comprimento. A fecundação nas angiospérmicas é também diferente de outras espécies, nomeadamente das gimnospérmicas, uma vez que estão envolvidos dois gâmetas masculinos, num processo vulgarmente conhecido como dupla fecundação.

(...) a base da alimentação mundial é o endosperma produzido por três tipos de plantas: trigo, milho e arroz.

Um dos gâmetas funde com a oosfera e dá origem ao zigoto, que através de um processo de desenvolvimento formará o embrião maduro e, após germinação, a nova planta. O outro gâmeta masculino funde com a célula central do caso embrionário e forma o endosperma, um tecido de reserva triplóide onde se acumulam substâncias de reserva importantes para desenvolvimento da nova planta após a germinação. Por incrível que possa parecer, a humanidade depende deste processo para se alimentar. De facto, a base da alimentação mundial é o endosperma produzido por três tipos de plantas: trigo, milho e arroz. É também importante notar que o mercado da venda de plantas ornamentais representa anualmente muitos milhões de euros, existindo países, como a Holanda, onde a sua relevância é enorme. Curiosamente, neste país, no século XVII, verificou-se um interessante acontecimento que levou à ruína de milhares de pessoas e a uma importante crise económica e social. Nessa altura era moda coleccionar tulipas e pagar preços muito elevados por variedades raras. Como acontece em mercados especulativos, em determinada altura, o valor das plantas caiu bruscamente, deixando muita gente na miséria. Afinal, parece que a história sempre se repete…
O resultado da dupla fecundação é dramático em termos do futuro desenvolvimento dos órgãos florais. A fecundação desencadeia a morte de todos os órgãos florais, à excepção do ovário. Este, através de uma série de modificações, origina o fruto que, à semelhança das flores, apresenta uma enorme diversidade de formas, cores e tamanhos, em função das diferentes espécies. No interior do ovário, os óvulos fecundados, sofrem também modificações profundas e originam a semente, constituída pelo tegumento (testa), o embrião e o endosperma.

(...) em Janeiro, florescem as magnólias e as camélias, em Fevereiro é comum ver surgir as flores das acácias e, na Primavera, um grande número de espécies, entra em floração. Estes processos são cíclicos e para cada espécie repetem-se em alturas específicas do ano.

Ao contrário dos mamíferos, em que os órgãos sexuais são formados durante o desenvolvimento embrionário, as plantas não possuem órgãos reprodutores durante a embriogénese e, estes, apenas se formam em plantas adultas, sendo por conseguinte resultantes do desenvolvimento pós-embrionário. Todos estamos familiarizados com o aparecimento, em determinadas alturas do ano, de flores em algumas espécies que nos são familiares. Assim, em Janeiro, florescem as magnólias e as camélias, em Fevereiro é comum ver surgir as flores das acácias e, na Primavera, um grande número de espécies, entra em floração. Estes processos são cíclicos e para cada espécie repetem-se em alturas específicas do ano. Em muitas espécies, isto acontece porque as plantas são capazes de responder a estímulos ambientais, nomeadamente o período de luz no decurso de um dia (fotoperíodo) a que se encontram sujeitas. Esse estímulo é detectado ao nível das folhas e transportado através

dos tecidos condutores (floema) para os locais onde as flores se vão formar. Durante muitos anos foi discutida na comunidade científica a natureza deste estímulo, conhecido como florígeno. Actualmente sabe-se que se trata de uma proteína produzida como resposta a alterações do fotoperíodo. As variações no fotoperíodo não são o único estímulo para a floração. Outros factores externos, como as baixas temperaturas ou factores endógenos como os níveis hormonais ou de nutrientes são igualmente importantes.

(...) no trigo ou no girassol, as flores surgem em grupos chamados capítulos, no caso do girassol, e espigas, no trigo. Noutros casos, o meristema vegetativo evolui directamente para um meristema floral, dando origem a uma flor, como acontece nas tulipas ou nas camélias.

A formação de flores ocorre quando um (ou mais) meristema caulinar sofre uma série de modificações e evolui para um meristema inflorescencial ou floral. No primeiro caso forma-se uma inflorescência constituída por várias flores. Por exemplo, no trigo ou no girassol, as flores surgem em grupos chamados capítulos, no caso do girassol, e espigas, no trigo. Noutros casos, o meristema vegetativo evolui directamente para um meristema floral, dando origem a uma flor, como acontece nas tulipas ou nas camélias. Isto significa que o florígeno, anteriormente referido, vai exercer o seu efeito em meristemas vegetativos, modificando a sua estrutura e fazendo com que estes meristemas passem a formar estruturas florais em vez de estruturas vegetativas (folhas).

Numa flor, os órgãos florais têm uma disposição concêntrica, em anéis, que como já foi referido são quatro, sendo o anel mais externo o das sépalas, seguido pelas pétalas, estames e finalizando no anel mais interno onde se situa o carpelo. Estudos realizados inicialmente por E.S. Coen e E.M. Meyerowits e pelos seus colaboradores, e mais tarde por confirmados e aprofundados por outros autores, mostraram que existe um pequeno número de genes que interagem entre si de forma a criar este padrão de formação dos órgãos florais. Muito do que sabemos sobre o envolvimento de genes na floração resulta de estudos que têm sido realizados em plantas modelo como *Arabidopsis thaliana* e *Antirrhinum majus* (bocas-de-lobo). O modelo explicativo para a formação dos órgãos florais ficou conhecido como modelo ABC e explica a interacção entre três tipos de genes que interagem para controlar a formação dos órgãos florais. Este modelo sofreu ulteriormente, modificações, com a descoberta

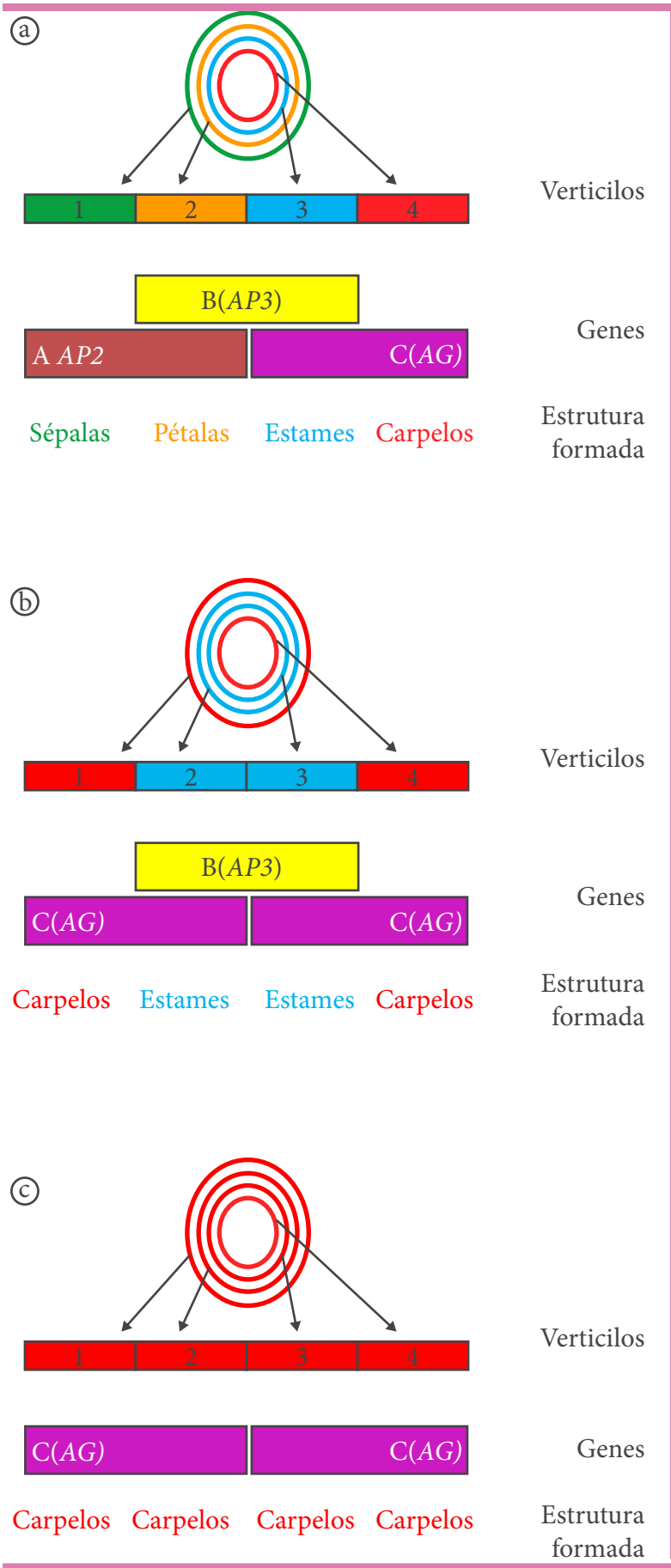


Figura 3 Modelo ABC proposto para o controlo genético da formação dos órgãos florais. Figura adaptada de E.S. Coen e E.M. Meyerowits (1991). **a)** formação normal dos órgãos florais. **b)** formação dos órgãos florais no mutante *apetala2*. **c)** Formação dos órgãos florais no mutante duplo *apetala2 apetala3*.

de outros genes também envolvidos neste processo. No entanto, o modelo original é ainda em grande parte válido, pelo que será aquele aqui referido sucintamente.
O modelo ABC (figura 3a) mostra que existem três genes envolvidos na formação dos órgãos florais. Como temos quatro órgãos florais e três genes, isto significa que os genes interactuam. A elaboração deste modelo resultou em grande parte da utilização de mutantes de *Arabidopsis* que apresentam anomalias na formação dos órgãos florais. Estas mutações afectam partes importantes do desenvolvimento e também têm sido estudadas noutros organismos, como a drosófila, para perceber como determinados genes, designados homeóticos, afectam a formação de órgãos.

Cerca de 200 anos mais tarde os dados da biologia molecular comprovaram as suposições de Goethe, o que mostra o génio do autor e como a biologia molecular é importante para compreendermos mecanismos biológicos complexos.

Em *Arabidopsis*, um mutante com alteração nos órgãos florais foi designado *apetala2* (ap2) sendo incapaz de formar sépalas e pétalas (figura 3b). No entanto, os quatro anéis mantêm-se sendo o verticilo exterior formado por carpelos, seguindo-se dois verticilos de estames e um último anel, mais interior, com carpelos. Assim, este mutante, apresenta carpelos no local onde se deveriam formar sépalas (primeiro anel) e estames em vez de pétalas no anel dois. Os anéis 3 e 4 têm os órgãos que surgem nas flores normais: estames e carpelos. Em termos práticos, este mutante mostra que o gene *APETALA2*, em condições normais (não mutado), controla a formação das sépalas e das pétalas. Uma outra mutação, chamada *apetala3* (ap3) ou *pistillata* (pi), leva à formação de flores que possuem sépalas nos dois primeiros verticilos e carpelos nos dois mais interiores (3 e 4). Estes mutantes são incapazes de formar pétalas e estames. À semelhança do caso anterior, isto significa que o gene *APETALA3*, em condições normais, controla a formação de pétalas e estames. Finalmente, o mutante *agamous* (ag), é incapaz de formar órgãos reprodutores (estames e carpelos), apresentando pétalas nos anéis 2 e 3 e sépalas nos anéis 1 e 4. Seguindo o raciocínio anterior, esta situação mostra que o gene *AGAMOUS* controla a formação de estames e carpelos. Tendo em conta estes dados constata-se que a formação de sépalas é condicionada pelo gene *APETALA2*, a formação de pétalas pelos genes *APETALA2* e *APETALA3*, a formação de estames pelos genes *APETALA3* e *AGAMOUS* e que *AGAMOUS* controla a formação dos carpelos. Com base nestes dados, no pressuposto que os genes *APETALA2* e *AGAMOUS* são genes cuja actividade é mutuamente exclusiva (a actividade *APETALA2* impede a de *AGAMOUS* e vice-versa) e que a mutação num destes genes leva a que o outro expanda a sua actividade para zonas do meristema controladas pelo gene mutado, foi proposto o modelo ABC representado na figura 3. Neste modelo, a função (actividade) atribuída a cada um dos genes referidos é designada por uma letra: **A** para o gene *APETALA2*, **B** para o gene *APETALA3* e **C** para o gene *AGAMOUS*. Imaginemos agora que temos uma dupla mutação (figura 3c) numa planta de *Arabidopsis* que afecta simultaneamente os genes *APETALA2* e *APETALA3*. De acordo com o modelo, estes mutantes duplos seriam incapazes de formar qualquer órgão floral, à excepção de carpelos. De facto, a obtenção destes mutantes mostrou que as flores destas linhas de *Arabidopsis* possuem carpelos em todos os anéis. O leitor pode familiarizar-se com o modelo testando outras hipóteses possíveis. E no caso de um triplo mutante, ou seja, em que todos os genes referidos estejam mutados? Neste caso, verificou-se uma situação curiosa, pois todos os órgãos florais destes mutantes são… folhas. Esta situação é particularmente interessante porque o conhecido escritor e filósofo J. Wolfgand von Goethe tinha proposto (A Metamorfose das Plantas, 1790) que os órgãos florais são modificações das folhas.
Cerca de 200 anos mais tarde os dados da biologia molecular comprovaram as suposições de Goethe, o que mostra o génio do autor e como a biologia molecular é importante para compreendermos mecanismos biológicos complexos.

Referência bibliográficas

Chase MW 2001. Angiosperms. In: eLS. John Wiley & Sons Ltd, Chichester. http://www.els.net doi:10.1038/npg.els.0003682.
Coen E 2001. Goethe and the ABC model of flower development. C.R.Acad. Sci. Paris/Life Sciences 324:523-530.
Coen RS & Meyerowitz EM 1991. The war of the worls: genetic interactions controlling plant development. Nature 353:31-35.
Crepet WL 2014. Advances in flowering plant evolution. In: eLS. John Wiley & Sons Ltd, Chichester. http://www.els.net doi:10.1002/9780470015902.q0023964.
Friedman WE 2009. The meaning of Darwin's "abominable mystery". Amer. J. Bot. 96:5-21.
Taiz L, Zeiger, Møller IM & Murphy H 2014. Plant Physiology and Development, 6th ed. Sinauer Associates.

Jorge M. Canhoto
Departamento de Ciências da Vida,
Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

As animações virtuais no ensino interativo da Física

Paulo Simeão Carvalho

O ensino por computadores é já uma realidade em muitas das nossas escolas e instituições educativas. Como consequência, uma boa parte do ensino teórico e experimental das ciências já não consegue ser feito sem o auxílio dos computadores. É assim com naturalidade, que muitos professores utilizam, na sua prática letiva, *software* educativo para o ensino da Física. Muito desse *software* resulta em aplicações multimédia, de onde se destacam as simulações. Apesar da qualidade dos materiais disponíveis na *internet*, um dos problemas com que os professores se deparam é, com frequência, a ausência de sugestões de exploração didática adequadas, que tornem o uso desses recursos em verdadeiras ferramentas de ensino interativo. Por Ensino Interativo, referimo-nos a "todo o ensino elaborado para promover a aprendizagem conceptual através do envolvimento interativo dos alunos, em atividades de raciocínio (sempre) e práticas (habitualmente), que conduzam a um *feedback* imediato através da discussão entre os alunos e/ou o professor" (Hake, 1998). Neste contexto, o uso da modelação matemática associada quer ao algoritmo por detrás das simulações, quer à análise dos dados recolhidos a partir daquela, reforça a aprendizagem conceptual dos alunos que raramente é contemplada pelos programas nacionais e consequentemente, pelos professores.

As Physlets e o Open Source Physics, são exemplos de projetos educacionais recentes que visam fornecer materiais didáticos para o ensino da Física, com vista à aquisição de competências fundamentais que todo o estudante de Física deveria ter.

Há vários exemplos de ferramentas de modelação e simulação de qualidade em Física, como por exemplo as animações de Walter Fendt (*Applets* Java de Física, 2009) e o projeto *PHET* (Interactive Simulations, 2011). Em geral, os estudantes tomam contacto com atividades virtuais através dos seus professores, dos livros e/ou dos manuais escolares, mas normalmente estas são-lhes apresentadas como verificação de leis ou fenómenos; poucos estão preparados para avaliar criticamente essas simulações. De facto, um estudante de Física pode nunca vir a sentir necessidade de analisar criticamente uma simulação, simplesmente porque tal não lhe é requerido!

As *Physlets* e o *Open Source Physics*, são exemplos de projetos educacionais recentes que visam fornecer materiais didáticos para o ensino da Física, com vista à aquisição de competências fundamentais que todo o estudante de Física deveria ter (Karplus, 1977). Estes projetos estão abertos ao público em geral, mas destinam-se sobretudo aos professores e estudantes; atualmente, já estão disponíveis versões de materiais didáticos em língua portuguesa.

Physlets

Há uma década atrás, nos Estados Unidos, um esforço interuniversitário foi pioneiro na criação de tecnologia e pedagogia baseadas na *Web*, do qual resultou o desenvolvimento do método *Just-in-Time Teaching* (JiTT) (Novak, Patterson, Gavrin & Christian, 1999) e o aparecimento das *Physlets*, ou seja miniaplicações (*applets*) criadas para o ensino da Física. Estas *applets* em Java são pequenas e flexíveis, podendo ser usadas numa grande variedade de aplicações da *Web*. A classe de simulações designadas por *Physlets* tem vários atributos que as tornam únicas e valiosas na tarefa educacional, em particular:

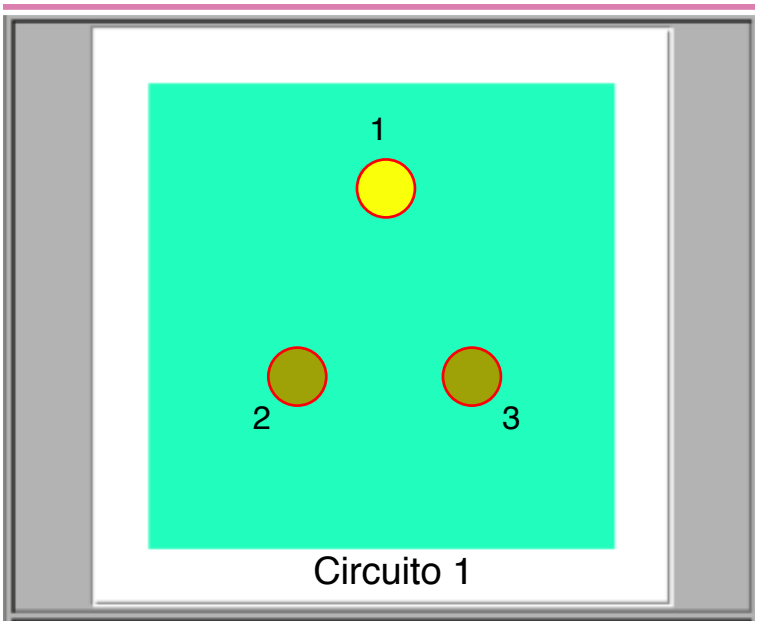
- São Atividades Experimentais Virtuais (AEV), cuja exploração envolve análise de variáveis, recolha de dados, tratamento estatístico e/ou gráfico e raciocínio crítico, tal como uma experiência laboratorial.
- A sua simplicidade, contendo apenas informação relevante para o problema a resolver, removendo da simulação detalhes potencialmente mais distraidores do que úteis.
- Proporcionam trabalhos e discussões em pequeno grupo, promovendo a aprendizagem entre pares.
- Podem ser executadas a qualquer dia e hora; isto significa que um grupo de alunos pode estar a realizar uma AEV e a discutir os respetivos resultados a partir de suas casas, tirando partido dos recursos multimédia.

O Projeto *Physlets* (2007) já levou à produção de mais de 1.500 simulações de distribuição gratuita e 3 livros com

material curricular (Christian & Belloni, 2001; Christian & Belloni, 2003; Belloni, Christian & Cox, 2006), sendo também uma das mais conhecidas e bem sucedidas inovações educacionais para o ensino pré-universitário e universitário nos Estados Unidos da América. Para além das obras acima referidas, têm sido incluídas *Physlets* em vários livros de texto e foram editados livros traduzidos em espanhol, eslovaco, alemão, hebraico e recentemente, em português com enquadramento didático (Carvalho *et al.*, 2014); as animações totalmente em português estão disponíveis em livre acesso no endereço http://www.fc.up.pt/physletspt/ebook.

A figura 1 apresenta uma imagem de uma *Physlet* sobre circuitos elétricos. Os círculos representam lâmpadas e a cor o respetivo brilho. Desenroscando e enroscando (virtualmente) as lâmpadas e por observação do brilho relativo e da intensidade da corrente elétrica, a animação permite que os alunos reflitam e identifiquem a forma como as lâmpadas estão associadas entre si no circuito elétrico.

Esta AEV pode ser trabalhada em pequenos grupos e na forma de competição, ganhando o grupo que conseguir identificar a associação de lâmpadas em primeiro lugar. Esta é uma forma eficaz de potenciar a atividade em grupo e a discussão entre pares, com claro benefício na aprendizagem por resolução de problemas.



lâmpada 1 (A)	lâmpada 2 (A)	lâmpada 3 (A)
+2.00	+1.00	+1.00

Figura 1 *Physlet* sobre associação de lâmpadas num circuito elétrico. A imagem representa três lâmpadas com diferentes brilhos; é também fornecido o valor da corrente elétrica em cada lâmpada. A animação completa-se com associações de quatro, cinco e seis lâmpadas.

Uma investigação recente, realizada em sete escolas secundárias portuguesas, sobre o impacto da utilização de *Physlets* e questões conceptuais na prática letiva, revelou ganhos normalizados de aprendizagem em testes padronizados de Mecânica Newtoniana (Hestenes, Wells & Swackhamer, 1992) e de Fluidos (Martin, Mitchell, & Newell, 2003) nas escolas de intervenção, significativamente superiores aos medidos nas escolas de controlo onde estes materiais não foram usados (Briosa & Carvalho, 2010).

As AEV devem ser encaradas como complementares às reais, por promoverem a procura e medição de dados experimentais, o controlo de variáveis e por facilitarem o envolvimento dos alunos com os conteúdos a aprender.

É aqui oportuno referir que as animações virtuais não substituem parcialmente ou por completo uma atividade experimental real. Há várias competências, nomeadamente do tipo processual, que só podem ser adquiridas com experiências reais. As AEV devem ser encaradas como complementares às reais, por promoverem a procura e medição de dados experimentais, o controlo de variáveis e por facilitarem o envolvimento dos alunos com os conteúdos a aprender. Apenas em certos casos, como aqueles em que as experiências reais sejam perigosas, ou em que a sua realização ou repetição envolva custos demasiado elevados para a escola, é que as animações virtuais se revestem de um interesse superior relativamente ao trabalho experimental no laboratório.

O OSP tem como objetivo reformular o ensino pré-universitário e universitário, fornecendo simulações e outros materiais curriculares que envolvem ativamente alunos e professores, no processo de ensino e aprendizagem da Física e da Astronomia.

***Open Source Physics* (OSP)**

O projeto *Open Source Physics* (OSP, 2011) consiste numa coleção de simulações e recursos computacionais *online*, alojados no ComPADRE *National Science Digital Library* (NSDL) e tem por base o modelo bem sucedido do projeto *Physlets*, de desenvolvimento não-comercial de programas em código aberto. O OSP tem como objetivo reformular o ensino pré-universitário e universitário, fornecendo simulações e outros materiais curriculares que

envolvem ativamente alunos e professores, no processo de ensino e aprendizagem da Física e da Astronomia. O local disponível na *Web* fornece (1) uma vasta coleção de simulações em Java para o ensino da Física e da Astronomia, (2) simulações criadas em *Easy Java* (EJS ou EjsS) com ferramentas de criação e modelação (Christian & Esquembre, 2007) e (3) libraria de códigos da OSP e manual de física computacional.
Os modelos computacionais existentes na página da OSP:

- **Auxiliam os alunos a visualizar conceitos abstratos.** No ensino tradicional, os estudantes aprendem os conceitos físicos por imagens estáticas e constroem modelos mentais incompletos ou incorretos, que dificultam uma aprendizagem mais profunda desses conceitos (Beichner, 1997). O benefício mais óbvio das simulações é que estas ajudam a operacionalizar os problemas em situações concretas.
- **São interativos e requerem a participação dos alunos.** Quando resolvem problemas, os alunos procuram frequentemente a fórmula matemática adequada, sem refletirem criticamente nos conceitos físicos envolvidos (Maloney, 1994). Com simulações apropriadamente construídas, há grandezas físicas (como a posição ou a velocidade) que não são fornecidas, tendo assim que ser medidas ou calculadas a partir dos dados recolhidos da simulação. Ao determinar a informação relevante para a resolução do problema proposto, os estudantes aprendem a reconhecer as bases conceptuais do problema.
- **Parecem-se mais com problemas reais.** A resolução de problemas baseados em simulações e em problemas do mundo real, requer que os estudantes distingam a informação importante da acessória. As AEV, tal como as experiências reais, permitem abordar os problemas da incerteza nas medições e a incerteza nos resultados obtidos. Assim, as simulações podem fazer a ligação entre a teoria (mundo ideal) e o mundo real.
- **Podem melhorar a avaliação da aprendizagem dos estudantes.** Os recursos baseados em simulações podem constituir ferramentas de avaliação melhores que os tradicionais testes escritos (Dancy & Beichner, 2006). A comparação das respostas dos estudantes em exercícios tradicionais, com as respostas em exercícios quase idênticos baseados em animações, permite concluir que os exercícios baseados em AEV fornecem uma visão mais clara sobre o grau de conhecimento conceptual dos estudantes.

(...) em muitos casos, o cálculo é, infelizmente, a primeira e por vezes a única forma usada para resolver problemas interessantes, em Física e noutras Ciências.

Esta interação entre cálculo, teoria e trabalho experimental, leva a uma nova visão e compreensão da ciência, que não pode ser adquirida com apenas uma abordagem; em muitos casos, o cálculo é, infelizmente, a primeira e por vezes a única forma usada para resolver problemas interessantes, em Física e noutras Ciências (Carvalho, Christian & Belloni, 2013).

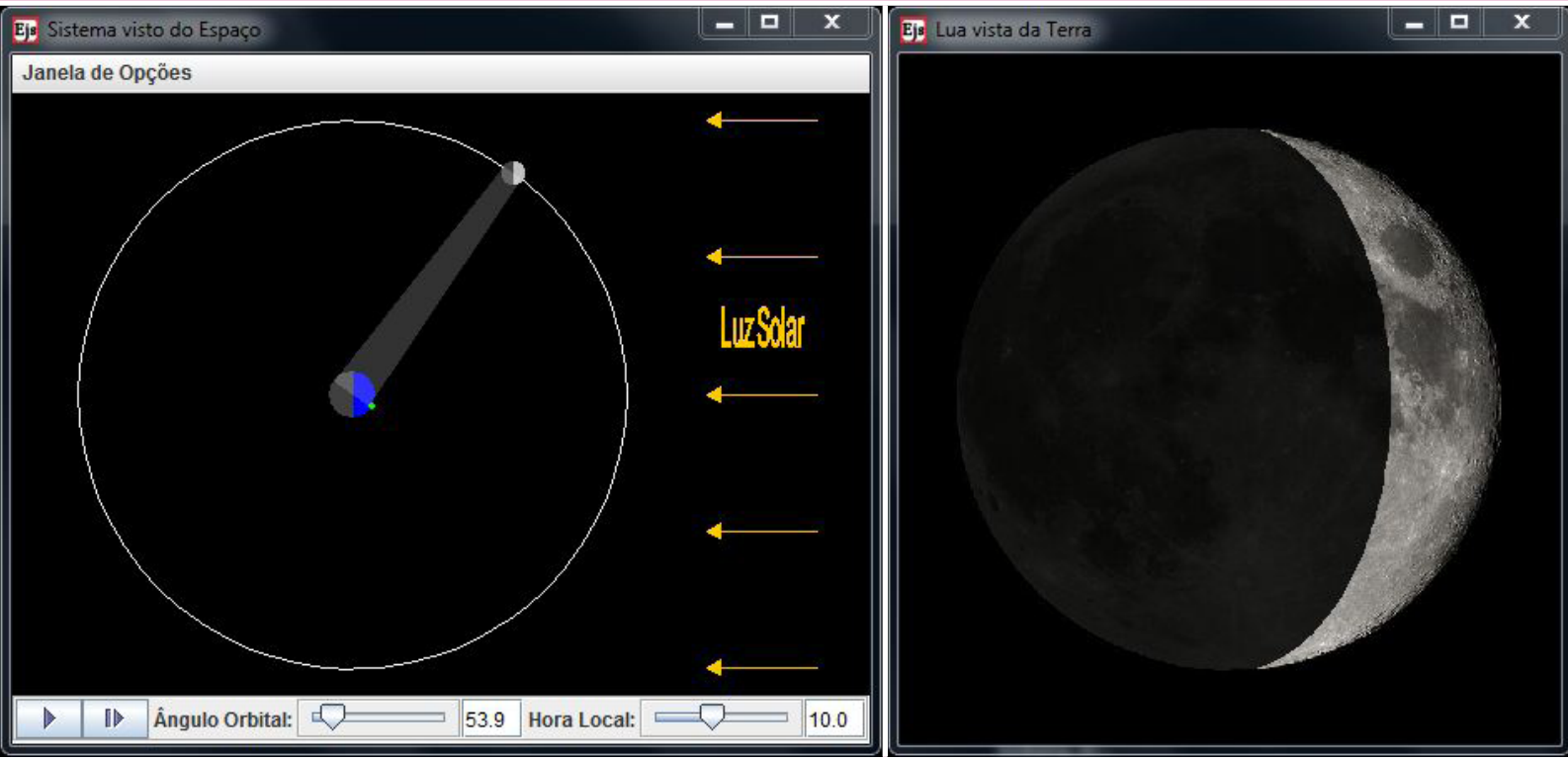


Figura 2 Simulação multilíngue das fases da lua, apresentada na versão portuguesa.

Atualmente há mais de 400 itens na coleção da OSP com diferentes objetivos didáticos. Por exemplo, a simulação das Fases da Lua apresentada na figura 2, é um exemplo de como contextos reais podem ser explorados para uma aprendizagem conceptual efetiva. Neste modelo da OSP, os estudantes são confrontados com perspetivas visuais de dois referenciais: um referencial inercial (imagem da esquerda) e um referencial local (imagem da direita). Durante a animação é possível alterar manualmente os parâmetros "órbita da lua" e "hora local" (pequeno ponto a verde sobre a Terra). A simulação está disponível em http://www.opensourcephysics.org/document/ServeFile.
Várias conceções alternativas dos estudantes do ensino básico, tais como "a fase da lua resulta da projeção da sombra da Terra sobre a superfície lunar", ou "a lua aponta sempre a mesma face para a Terra porque não tem movimento de rotação", podem ser discutidas e clarificadas com esta simulação, numa abordagem bastante interativa e motivadora para os estudantes.

A aposta dos professores pelo uso mais sistemático de AEV dentro e fora do contexto de sala de aula, tem permitido um maior envolvimento dos estudantes e potenciado uma melhor aprendizagem dos conteúdos.

Reflexões finais

O uso das *Physlets* e dos conteúdos didáticos disponíveis na OSP, tem vindo a revolucionar o ensino da Física. A aposta dos professores pelo uso mais sistemático de AEV dentro e fora do contexto de sala de aula, tem permitido um maior envolvimento dos estudantes e potenciado uma melhor aprendizagem dos conteúdos.
Embora as animações virtuais tenham características intrinsecamente motivadoras e promovam a participação ativa dos estudantes (Redish, 2003), o ganho cognitivo em aprendizagem da física só aumentará significativamente se os professores usarem uma metodologia interativa na exploração destes materiais e tirarem partido do seu potencial educacional. A formação de professores, contemplando a manipulação e exploração de materiais interativos dentro e fora da sala de aula, é muito importante para promover mudanças de um ensino tutorial (normalmente expositivo) para um ensino interativo. Neste contexto, as universidades não se podem alhear deste desafio, dada a sua enorme responsabilidade na formação inicial e contínua dos professores, bem como da prática letiva no ensino superior.

Referência bibliográficas

Applets Java de Física (2009). *Animações de Walter Fendt* – tradução Casa das Ciências [Disponível em http://www.walter-fendt.de/ph14pt/, consultado em 04/11/2013].
Beichner, R. (1997). The impact of video motion analysis on kinematics graph interpretation skills, *American Journal of Physics*, 64 (10), 1272–1277.
Belloni, M., Christian, W., Cox, A.J. (2006). *Physlet® Quantum Physics*, New Jersey: Prentice Hall's Series in Educational Innovation.
Briosa, E., Carvalho, P.S. (2010). Ensinar para aprender mecânica newtoniana: uma abordagem inovadora, XX *Encontro Ibérico para o Ensino da Física*, Vila Real, 265-265.
Carvalho, P.S., Briosa, E., Christian, W., Belloni, M., Costa, M. (2014). Física em *Physlets: Ilustrações, Explorações e Problemas para um Ensino Interativo da Física*, Amazon Digital Services, Inc. (**ASIN** B00QPKCYW6).
Carvalho, P.S., Christian, W., Belloni, M. (2013). Physlets e Open Source Physics para professores e estudantes Portugueses, *Revista Lusófona de Educação*, 25, 59-72.
Christian, W., Belloni, M. (2001). *Physlets: Teaching physics with interactive curricular material*, New Jersey: Prentice Hall's Series in Educational Innovation.
Christian, W., Belloni, M. (2003). *Physlet® physics: Interactive illustrations, explorations, and problems for introductory physics*, New Jersey: Prentice Hall's Series in Educational Innovation.
Christian, W., Esquembre, F. (2007). Modeling Physics with Easy Java Simulations, *The Physics Teacher*, 45 (10) 475-480.
Dancy, M.H., Beichner, R. (2006). Impact of animation on assessment of conceptual understanding in physics. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 2, 010104.
Hake, R.R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 6, 64-74.
Hestenes, D., Wells, M., Swackhamer, G. (1992). Force Concept Inventory, *The Physics Teacher*, 30 (3), 141-158.
Interactive Simulations (2011). University of Colorado at Boulder, versão em Português [Disponível em http://phet.colorado.edu/pt_BR/, consultado em 04/11/2013].
Karplus, R. (1977). Science teaching and the development of reasoning. *Journal of Research in Science Teaching*, 14, 169–175.
Maloney, D.P. (1994). Research on problem solving: Physics. In Gabel, D. (Ed) *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*, New York: MacMillan.
Martin, J., Mitchell, J., Newell, T. (2003). Development of a concept inventory for fluid mechanics, Proceedings of 33rd ASEE/IEEE *Frontiers in Education Conference*, Boulder, Vol. 1, T3D 23-28.
Novak, G., Patterson, E., Gavrin, A., Christian, W. (1999). Just-in-Time Teaching: Blending active learning with web technology, New Jersey: Prentice Hall.
OSP (2011). *Open Source Physics Collection* on ComPADRE [Disponível em http://www.compadre.org/OSP/, consultado em 04/11/2013].
Physlets (2007). *Web Physlet Project* [Disponível em http://webphysics.davidson.edu/Applets/Applets.html, consultado em 04/11/2013].
Redish, E.F. (2003). *Teaching Physics with the Physics Suite*. New Jersey: John Wiley & Sons.

Paulo Simeão Carvalho
Departamento de Física e Astronomia, IFIMUP-IN, UEC
Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Profª. Maria João Ramos

Vice reitora da Universidade do Porto, investigadora da área da Química Teórica e coordenadora do projeto Casa das Ciências

A nossa entrevistada deste trimestre, foi recentemente homenageada pela Universidade de Estocolmo que lhe concedeu o grau de Doutor Honoris Causa e desempenha desde Julho de 2014 as funções de Vice-reitora da Universidade do Porto para a Investigação e Desenvolvimento.

A Professora Maria João Ramos é licenciada em Química pela Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, doutorada pela Universidade de Glasgow (Escócia) e com um pós-doutoramento em Modelação Molecular na Universidade de Oxford, onde desempenhou durante vários anos o cargo de diretora associada do *National Foundation for Cancer Research Centre for Computational Drug Discovery*.
É desde 1991 Professora de Química Teórica da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, sendo hoje professora catedrática do Departamento de Química e Bioquímica da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, onde para além de dirigir o Grupo de Investigação em Química Teórica e Bioquímica Computacional é também Diretora do Programa de Doutoramento em Química. É, conjuntamente com os Professores Pedro Alexandrino Fernandes e Alexandre Magalhães, Coordenadora do Projeto Casa das Ciências – Portal Gulbenkian para Professores, uma plataforma digital de recolha e partilha de recursos educativos para o ensino das Ciências.
Sendo autora de mais de 250 artigos científicos publicados em revistas internacionais e uma das mais reputadas investigadoras nas áreas da catálise enzimática, da mutagénese computacional, do *docking molecular* e da descoberta de novas drogas farmacêuticas, Maria João Ramos é ainda membro do comité internacional de coordenação do Mestrado e do Doutoramento europeus – no âmbito do programa *Erasmus Mundus* – em Química Teórica e Modelação Computacional.

Estando o seu trabalho científico centrado numa área que poderá parecer um pouco hermética para a generalidade das pessoas, poderá dizer-nos, numa linguagem que um professor de Ciências no ensino secundário possa entender, qual o objeto da sua investigação?
A minha área de investigação científica está centrada na catálise enzimática computacional, dinâmica de proteínas, mutagénese computacional e molecular docking. Basicamente tudo isto significa que nós tentamos entender o comportamento das enzimas e como funcionam, estabelecendo os seus mecanismos de reação. Tudo isto ajuda a desenhar novos fármacos, uma outra área que nos interessa também.

De que modo o seu grupo de investigação no Departamento de Química Teórica da FCUP contribui para esse desafio e, embora isto possa parecer um pouco indiscreto, como surgem as novas linhas de investigação?
O meu grupo de investigação é fantástico e, sem ele, eu nada conseguiria fazer. Em particular o Prof. Pedro Fernandes que partilha comigo a supervisão dos doutorandos e pós-docs. Todos nós trabalhamos juntos para o mesmo fim e o trabalho torna-se, na realidade, muito divertido. As novas linhas de investigação surgem de vários modos: ideias diferentes que temos enquanto desenvolvemos um trabalho, colaborações que nos pedem para fazer, artigos que lemos e sugerem determinados projetos...

De um modo geral a maioria das pessoas, mesmo as que possuem uma razoável formação científica, associam os químicos, nomeadamente os investigadores, a um trabalho ligado aos laboratórios de química convencional. Tanto quanto sei, para um químico teórico a realidade é um pouco diferente. Pode falar-nos um pouco do modo como leva a cabo o seu trabalho e que recursos utiliza no dia-a-dia para o desenvolver?
Um químico teórico tenta simular no computador o que o seu homónimo experimentalista faz na bancada do laboratório. Deste modo, conseguimos encurtar muitíssimo o tempo que demora a testar toda uma série de experiências. As nossas ferramentas não são mais que papel, lápis e, principalmente, computadores.

De que forma o recurso à simulação computacional é útil ao trabalho de um químico teórico?
Depende do trabalho que o químico teórico faz. Para aqueles que utilizam apenas a mecânica quântica, por exemplo, a simulação computacional (mecânica clássica) não é importante. Para nós, no entanto, a simulação computacional é extremamente importante e utilizamo-la amiudamente para conseguir estudar os enormes sistemas biológicos que são as proteínas.

A interligação entre a física e a química é constante no trabalho do químico teórico. É hoje claro que a fronteira destas duas ciências "tradicionais" deixou de existir, ou pode considerar-se que existe um nível de detalhe, se assim lhe podemos chamar, a partir do qual deixa de haver uma separação clara entre estes dois ramos da ciência tão interligados entre si?
Existe, na realidade, um nível de detalhe muito particular: a química estuda reações químicas e a física nunca estuda reações químicas!

Hoje, a Professora Maria João Ramos possui duas tarefas que há pouco mais de um ano, provavelmente estariam longe dos seus horizontes: A Casa das Ciências e a Vice Reitoria da UP. Sem que possa haver qualquer tipo de comparação entre elas atrever-me-ia a perguntar qual foi o desafio (s) que a Casa das Ciências representou para si?
Considero a Casa das Ciências um projeto interessantíssimo e muito útil, e tenho realmente pena de não conseguir dedicar-lhe muito do meu tempo. A Casa foi desenvolvida, desde o início, pelo Prof. Ferreira Gomes que ma 'passou' quando se tornou Secretário de Estado do Ensino Superior. Nessa altura o financiamento que a Casa sempre recebeu, por parte da Fundação Calouste Gulbenkian, estava a chegar ao fim. E, para responder à sua pergunta, o desafio que a Casa me colocou foi o desenvolvimento de um plano para o seu financiamento.

Pensando agora um pouco mais diretamente no nosso público-alvo que são os professores em Ciência, gostava de lhe colocar duas questões que, embora sendo claramente de opinião, estão muitas vezes presentes nas preocupações de quem lê a Revista de Ciência Elementar. A exemplo do que aconteceu num passado recente, nomeadamente no séc. XX, muito do que hoje se estuda nos grandes centros de investigação, mesmo que comprovado perante a academia, só vai chegar ao conhecimento da população em geral daqui a alguns (por vezes muitos) anos. Acha que será possível ser acelerada esta transferência de conhecimentos entre as unidades de investigação e a sociedade em geral (escolas, empresas e demais interessados)? E se sim, como?
Claro que seria não só possível como muito desejável. Teríamos de conseguir encontrar um programa de divulgação científica que fosse interessante para todos. O problema é que, muito provavelmente, isso não será conseguido porque os universitários, de um modo geral, não gostam da divulgação científica e acabam por não a fazer devidamente.

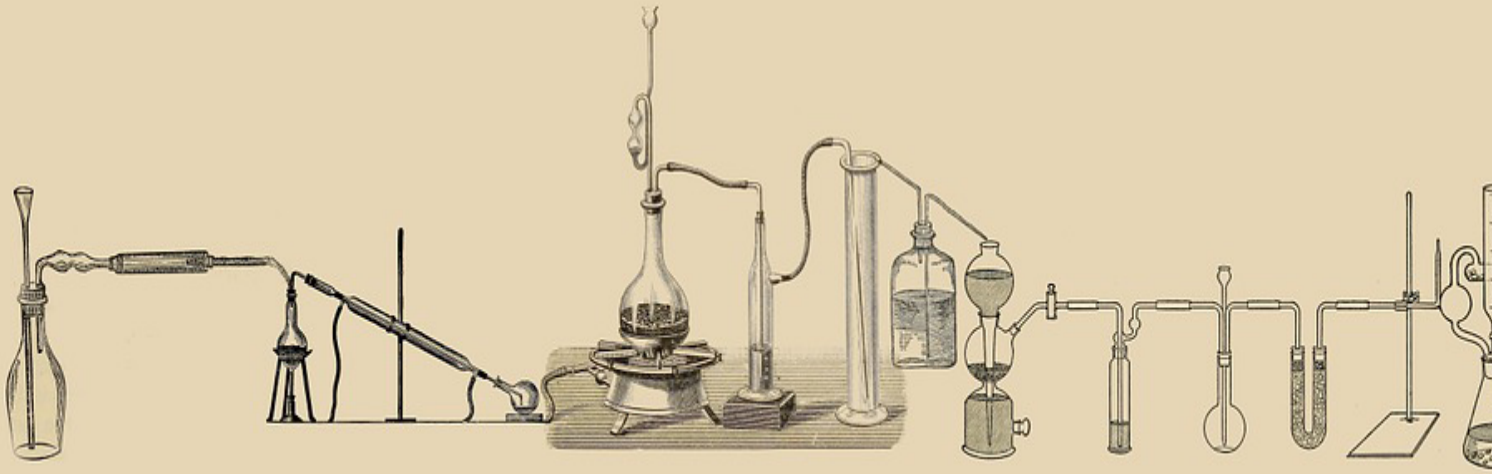
Para os professores do ensino básico e secundário nem sempre é fácil manterem-se a par dos últimos desenvolvimentos da Ciência, quer pela diversidade, quer pela complexidade de muitos dos temas atualmente em estudo. Que iniciativas desenvolvem as unidades de investigação e a Universidade do Porto, no sentido de divulgar as mais recentes descobertas junto da comunidade educativa?
A Universidade do Porto e algumas das unidades de investigação têm departamentos próprios que zelam pela publicitação das suas mais recentes descobertas científicas. Elas são posteriormente divulgadas na revista UPorto, nas notícias electrónicas da UPorto e, dependendo da importância da descoberta, em jornais e/ou programas televisivos.

Na sequência da questão anterior, tem alguma ideia que queira partilhar connosco do modo como a Comunidade Científica e Educacional na sua articulação, poderão fazer para que o conhecimento que vem sendo criado nas nossas universidades e empresas, possa chegar às escolas sem ser deturpado e fazer parte do mundo do saber que aquelas tem por missão "passar" às gerações mais novas. Por outras palavras, como fazer com que os docentes que "perdem" o contacto com o seu mundo de aprendizagem continuem atualizados com a ciência?
Penso que terão de fazer um esforço grande para que essa atualização se mantenha. Revistas como o New Scientist ou Scientific American poderão ser utilizadas para esse fim. A revista da Casa tenta também ter um papel relevante nesse sentido e tentaremos que esse papel seja cada vez mais importante.

Uma última questão que, por norma, se coloca neste tipo de entrevistas. : Em poucas linhas, como seria capaz de se descrever a si própria?
Não tentaria sequer fazê-lo; terá de colocar essa questão a outra pessoa que me conheça bem 😃.

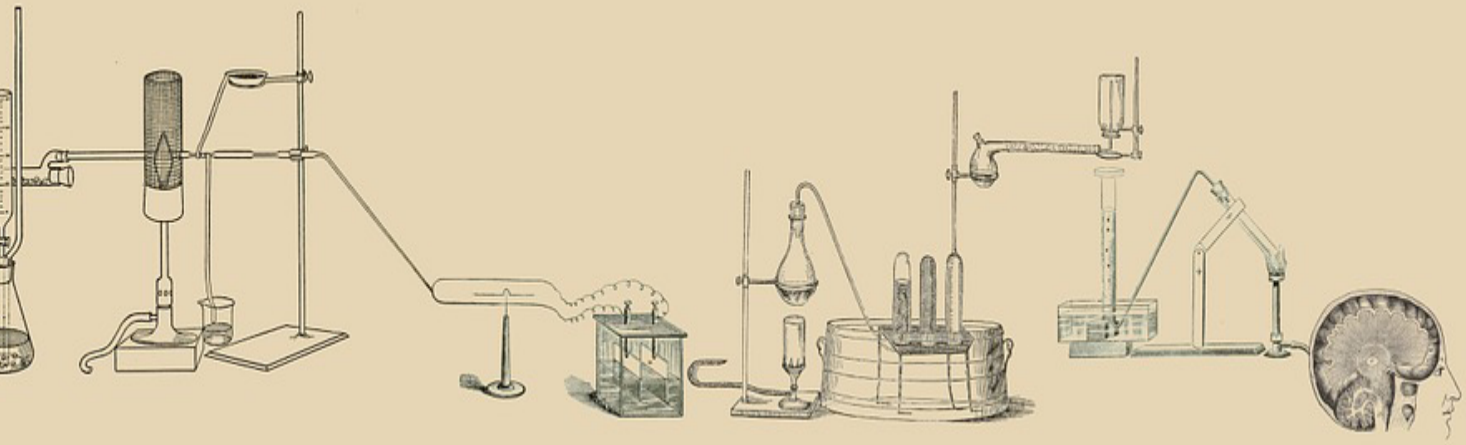
O nosso muito obrigado pela sua disponibilidade para responder às nossas questões e votos sinceros de um excelente trabalho em tudo (que é muito) que neste momento tem nas suas mãos.

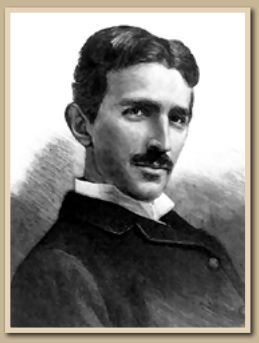
História



Como não é possível conhecer verdadeiramente uma ciência sem conhecer a sua história, dedicamos as próximas páginas a lembrar os feitos e descobertas daqueles que deram um contributo muito significativo para a evolução do conhecimento científico.

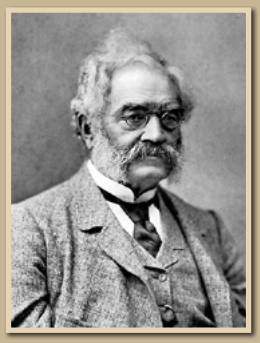
da Ciência



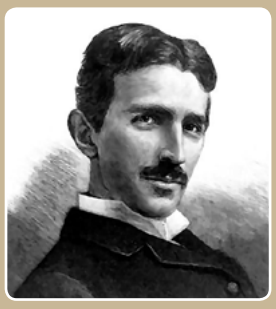


Nikola Tesla

Heinrich R. Hertz



Werner von Siemens



Nikola Tesla

1856 - 1943

Engenheiro e inventor sérvio que descobriu e patenteou o campo magnético rotativo, a base da maior parte das maquinarias de corrente alternada.

Autor Daniel Ribeiro **Editor** Eduardo Lage
Ribeiro, D. (2015), Revista de Ciência Elementar, 3(01):0114

Nikola Tesla (1856 – 1943), engenheiro e inventor sérvio (mais tarde, naturalizado americano) que descobriu e patenteou o campo magnético rotativo, a base da maior parte das maquinarias de corrente alternada. Tesla também desenvolveu o sistema trifásico de transmissão de energia elétrica e inventou uma bobina de indução amplamente utilizada na tecnologia de rádio.

Tesla nasceu de pais sérvios numa zona montanhosa, então parte do Império Austro-Húngaro. O seu pai era clérigo da Igreja Ortodoxa e a sua mãe analfabeta. Tesla também iria seguir uma carreira no clero, mas cedo desenvolveu o gosto pela matemática e pelas ciências. Tesla pôde, assim, completar os seus estudos básicos e secundários, entrando até mesmo na Escola Politécnica de Graz, na Áustria.

Mais tarde, em Budapeste, Tesla visualizou o princípio do campo magnético rotativo e desenvolveu planos para um motor de indução que se tornaria o seu primeiro passo para a utilização bem-sucedida da corrente alternada. Em 1882, Tesla foi trabalhar para Paris estando, ao mesmo tempo, em missão em Estrasburgo, onde em 1883, construiu nos tempos livres o seu primeiro motor de indução. Tesla viajou para a América em 1884, chegando a Nova Iorque sem posses. Em maio do ano seguinte, George Westinghouse (1846 – 1914), diretor da Companhia Elétrica Westinghouse, em Pittsburgh, comprou a Tesla a patente do sistema polifásico de dínamos, transformadores e motores de corrente alternada. A transação precipitou-se numa luta de poder entre os sistemas de corrente contínua de Edison e os sistemas de corrente alternada de Tesla-Westinghouse, tendo esta última acabado por vencer.

Tesla logo estabeleceu o seu próprio laboratório, onde as suas inúmeras experiências incluíram trabalhos em lâmpadas de carbono, ressonância elétrica e vários tipos de iluminação. A fim de acalmar os receios das correntes alternadas, Tesla realizou exposições no seu laboratório e era frequentemente convidado para dar palestras em casa e no exterior. Uma outra invenção de Tesla, a sua bobina, inventada em 1891, é utilizada em diversos equipamentos eletrónicos. Foi nesse mesmo ano que Tesla obteve nacionalidade americana. Em 1898, Tesla anunciou a invenção de um barco telecomandado. Em 1917, Tesla recebeu a Medalha Edison, a maior honra que o Instituto Americano de Engenheiros Elétricos podia conceder. Em sua homenagem, a unidade SI da densidade de fluxo magnético (ou campo magnético B) é designada por tesla (símbolo T).

Referências

1. Encyclopædia Britannica Online Academic Edition: Nikola Tesla, consultado em 29/11/2012.
2. Complete Dictionary of Scientific Biography: Tesla, Nikola, consultado em 29/11/2012.
3. The Library of Congress, Prints & Photographs Online Catalog: Tesla, Nikola, consultado em 29/11/2012.

Heinrich Rudolf Hertz

1857 - 1894

Físico alemão que se tornou célebre por ser o primeiro a transmitir e receber ondas rádio.

Autor Daniel Ribeiro **Editor** Eduardo Lage
Ribeiro, D. (2015), Revista de Ciência Elementar, 3(01):0115

Hertz nasceu numa família próspera e culta (o seu pai era advogado e, mais tarde, senador). Depois de realizar os exames do ensino secundário, em 1875, foi para Frankfurt para preparar uma carreira na engenharia. Depois de um curto período, em 1876, no Instituto Politécnico de Dresden, Hertz mudou-se para Munique, para matricular-

se no Instituto de Tecnologia. No entanto, paralelamente, estudou matemática e ciências naturais puras. Assim, com a aprovação do seu pai, Hertz acabou por se matricular na Universidade de Munique, seguindo uma carreira académica, ao invés de uma carreira mais técnica.

Depois de um ano em Munique, Hertz ansiava poder viajar e continuar os seus estudos noutro local. Acabou por escolher a cidade de Berlim, em detrimento de Leipzig e Bonn, decisão que lhe valeu o encontro com Hermann von Helmholtz (1821 – 1894), que teria profunda influência sobre ele ao longo da sua carreira. Imediatamente após chegar a Berlim, em 1878, Hertz foi introduzido no círculo de interesses de Helmholtz; aí tomou conhecimento de um anúncio de um prémio, oferecido pela Faculdade de Filosofia de Berlim, para quem obtivesse a solução de um problema experimental sobre a inércia elétrica. Embora Hertz tivesse apenas um ano de instrução universitária, ele queria iniciar-se na investigação original e tentar atingir o prémio. Helmholtz, que havia proposto o problema e tinha grande interesse na sua solução, forneceu a Hertz uma sala no seu Instituto de Física, dando atenção diária ao seu progresso. Embrenhado na sua investigação, Hertz ganhou o prémio, em 1879, tendo sido galardoado com uma medalha, uma primeira publicação na *Annalen der Physik*, em 1880, e o profundo respeito de Helmholtz.

Hertz obteve o seu doutoramento na Universidade de Berlim, em 1880, e, em 1883, iniciou os seus estudos sobre a teoria eletromagnética de James Clerk Maxwell (1831 – 1879). Entre os anos 1885 e 1889, enquanto professor de física na Escola Politécnica de Karlsruhe (Alemanha), Hertz produziu ondas eletromagnéticas em laboratório e mediu o seu comprimento de onda e velocidade. Mostrou que a natureza da sua vibração e da sua suscetibilidade à reflexão e refração eram as mesmas que as da radiação luminosa e térmica. Como resultado, Hertz estabeleceu, para lá de qualquer dúvida, que a luz e a radiação térmica são, ambas, radiações eletromagnéticas e, também, confirmou a natureza transversal das ondas eletromagnéticas, conforme Michael Faraday (1791 – 1867) e Maxwell haviam previsto. Em 1889, Hertz foi nomeado professor de física da Universidade de Bonn, onde continuou as suas investigações sobre a descarga de eletricidade em gases rarefeitos, tendo sido um dos primeiros a detectar o efeito fotoeléctrico.

Na primavera de 1891, Hertz começou a investigação que o ocuparia, quase exclusivamente, até à sua morte: um estudo puramente teórico dos princípios da mecânica inspirados novo trabalho de Helmholtz sobre o princípio da ação mínima. Os seus trabalhos científicos foram traduzidos para inglês e publicados em três volumes: *Ondas Elétricas* (1893), *Artigos Diversos* (1896) e *Princípios de Mecânica* (1899). Em sua homenagem, a unidade (SI) de frequência (número de ciclos por segundo) de qualquer fenómeno periódico é designada por hertz (Hz). O seu sobrinho Gustav Ludwig Hertz (1887 – 1975) viria a receber o Prémio Nobel da Física (1925).

Referências

1. Encyclopædia Britannica Online Academic Edition: Heinrich Hertz, consultado em 29/11/2012.
2. Complete Dictionary of Scientific Biography: Hertz, Heinrich Rudolf, consultado em 29/11/2012.
3. The Library of Congress, American Memory: Heinrich Hertz, consultado em 29/11/2012.

Werner von Siemens

1816 - 1892

Engenheiro elétrico alemão que desempenhou um papel importante no desenvolvimento da indústria do telégrafo.

Autor Daniel Ribeiro **Editor** Eduardo Lage

Ribeiro, D. (2015), Revista de Ciência Elementar, 3(01):0116

Siemens era o mais velho dentre 10 filhos de Eleonore Deichmann e Christian Ferdinand (o casal teve 14 filhos, apesar de apenas 10 terem sobrevivido). O seu pai era agricultor e administrador de propriedades, descende de uma família de classe média proeminente em Goslar (Alemanha). Em 1832, Siemens entrou no ensino básico, onde logo deu fortes indicações do seu interesse em ciência. Apesar das dificuldades económicas da sua família terem frustrado os seus planos para estudar em Berlim, Siemens conseguiu uma nomeação como candidato oficial na Escola de Artilharia e Engenharia Prussiana de Berlim. De 1835 a 1838, estudou matemática, física e química.

Siemens foi preso por um breve intervalo de tempo, em Magdeburgo, devido a uma luta entre colegas, e aproveitou esse tempo para realizar algumas experiências químicas na sua cela. Isso conduziu à sua primeira invenção, em 1842: um processo de galvanoplastia. Em 1841, a sua nomeação para as oficinas de artilharia em Berlim deu-lhe

oportunidade de fazer pesquisa, que acabou por definir o seu futuro profissional.

Quando Siemens observou, em 1837, o primeiro modelo de telégrafo elétrico, criado por Sir Charles Wheatstone (1802 – 1875), imediatamente compreendeu as suas possibilidades de comunicação internacional e decidiu criar melhorias para o dispositivo. Depois de melhorar o telégrafo de Wheatstone, Siemens desenvolveu um sistema completo de telégrafo, incluindo um método de isolamento do fio condutor com guta-percha. Em 1847, juntamente com Johann Georg Halske (1814 – 1890), fabricante de instrumentação da universidade, fundou a empresa Telegraphenbauansalt von Siemens & Halske, especializada na produção de sistemas de telégrafo.

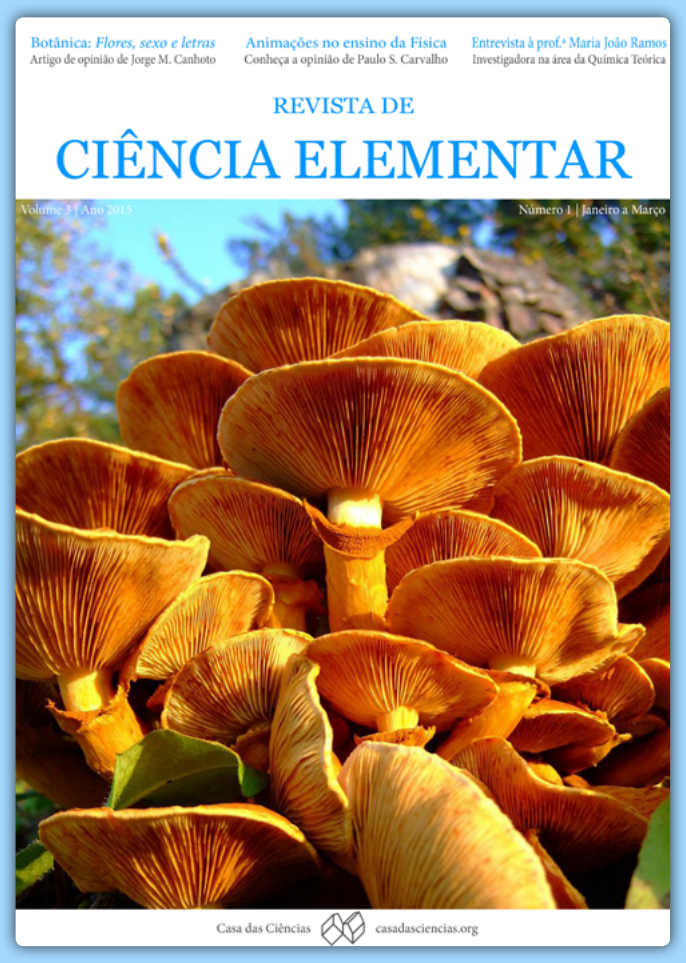
A empresa prosperou rapidamente com a execução de grandes projetos telegráficos e com a expansão da empresa para outras áreas da eletricidade. Em 1866, Siemens criou o gerador autoexcitado, um dínamo que podia ser posto em movimento pelo magnetismo residual do seu poderoso eletroíman, que substituiu o ineficiente íman de aço.

Siemens recebeu um doutoramento honoris causa pela Universidade de Berlim (1860), foi membro da Academia de Ciências de Berlim (1873). Em 1888, Siemens foi elevado à categoria de nobreza com a adição de "von" ao seu nome. Ele morreu poucos dias após a publicação da primeira edição de seu Lebenserinneriungen, um livro de memórias.

Referências

1. Encyclopædia Britannica Online Academic Edition: Werner von Siemens, consultado em 05/09/2012.
2. Complete Dictionary of Scientific Biography: Siemens, Ernst Werner von, consultado em 05/09/2012.
3. Zeno: Siemens, Werner von, consultado em 05/09/2012.

Revista de Ciência Elementar



Artigos de interesse científico e didático

Entrevista a cientistas

Notícias Agenda

Sugestão de recursos educativos

Fotografias para as suas apresentações

+ de **16.000** ***downloads***

+ de **900 partilhas** nas redes sociais

Disponível nos formatos ***.pdf*** e ***.epub***.

Partilhe também e ajude-nos a divulgar:

Visite-nos em rce.casadasciencias.org.

FUNDAÇÃO CALOUSTE GULBENKIAN

Ciência elementar

Para acompanhar e compreender as últimas novidades de um mundo em constante evolução, convém não esquecer alguns conceitos básicos de Ciência. Selecionamos para si um conjunto de entradas das mais variadas áreas científicas que lhe permitirão adquirir ou atualizar conhecimentos.

Biologia
Tecidos animais
Tecido conjuntivo
Tecido epitelial animal
Tecido muscular
Tecido nervoso

Física
Condutividade
Força de Lorentz
Lei de Coulomb

Matemática
Semelhança de triângulos
Seno de um ângulo agudo

Química
Ânodo
Cátodo
Eletrólise

Tecidos animais

Autor Catarina Moreira **Editor** José Feijó Moreira, C. (2015), Revista de Ciência Elementar, 3(01):0117

Conjunto de células animais com uma origem comum e com funções semelhantes. O aparecimento dos diferentes tecidos especializados depende da diferenciação das camadas germinativas primárias – ectoderme, mesoderme, e endoderme.
Os principais tipos de tecidos são:

- tecido epitelial;
- tecido conjuntivo;
- tecido sanguíneo;
- tecido muscular;
- tecido nervoso.

A pele, considerada o maior órgão humano, tem na sua constituição os principais tipos de tecidos cuja actividade conjunta influencia as funções da pele:

- protecção dos agentes externos agressivos;
- regulação da temperatura do organismo;
- recepção de estímulos externos (como, por exemplo, calor, pressão).

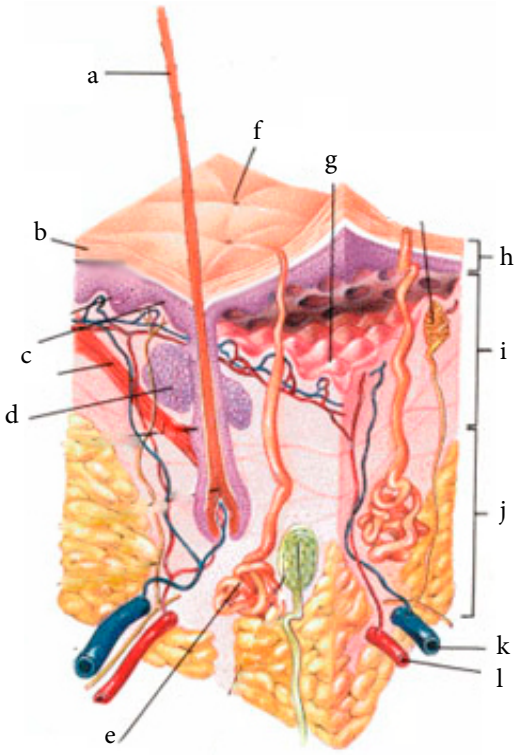
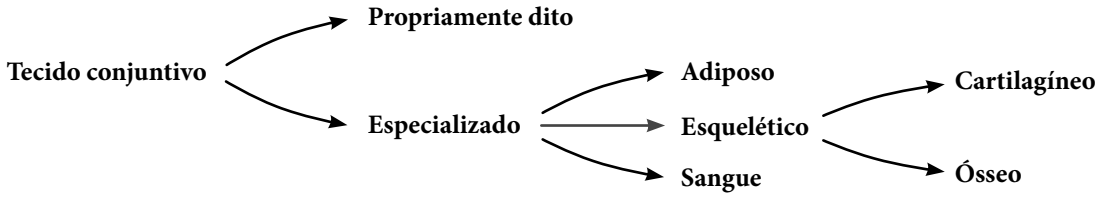


Figura 1 Esquema da pele humana — **a.** pêlo; **b.** camada córnea; **c.** músc. eretor do pêlo; **d.** glândula sebácea; **e.** glândula sudorípara; **f.** poro; **g.** papílas dérmicas; **h.** epiderme; **i.** derme; **j.** hipoderme; **k.** veia; **l.** artéria.

Tecido conjuntivo

Autor Catarina Moreira **Editor** José Feijó Moreira, C. (2015), Revista de Ciência Elementar, 3(01):0118

Os tecidos conjuntivos são muito variados e encontram-se dispersos por todo o organismo, como por exemplo, a derme, os tendões, as cartilagens, e os ossos. Desempenham diversas funções como por exemplo, de união, de preenchimento de espaços, de suporte e de defesa.
O tecido conjuntivo é composto de células e de elementos intercelulares. Os elementos intercelulares são constituídos por fibras de natureza proteica e por uma matriz amorfa.
Estes tecidos podem ser de dois tipos (Esquema 1): tecido conjuntivo propriamente dito e tecido conjuntivo especializado.



Esquema 1 Esquema resumo dos diferentes tipos de tecido conjuntivo.

Tecido conjuntivo propriamente dito
Este tipo de tecido existe em todos os órgãos, exercendo funções de união com outros tecidos, de protecção e suporte. Existem diferentes tipos de tecido conjuntivo propriamente dito mas todos eles apresentam os mesmos componentes básicos: células e substância intersticial com fibras.

- **células:** existem vários tipos com características própriastecido conjuntivo;
- **fibras:** existem três tipos principais – **conjuntivas**:

aparecem na maioria dos tecidos, são formadas por colagénio, agrupando-se em feixes que lhes conferem um aspecto estriado; **reticulares**: constituídas por colagénio, são finas e constituem uma rede; **elásticas**: são finas e ramificadas, formadas por elastina, uma proteína com grande elasticidade.

Tecido conjuntivo especializado adiposo

Este tecido possui grande quantidade de células especializadas, os **adipócitos**, que acumulam grande quantidade de lípidos triglicéridos. É um tecido de reserva de energia, sendo também um isolador térmico dos organismos.

Tecido conjuntivo especializado esquelético

Com funções de suporte, quer o tecido cartilagíneo quer o ósseo, são mais rígidos que os outros tecidos. As diferenças nas funções dos tecidos esqueléticos estão relacionadas com a natureza e as proporções da substância intersticial e das fibras.

- **tecido cartilagíneo:** forma semi-rígida do tecido esquelético, constituído por condrócitos e substância intersticial em grande quantidade. A substância intersticial é formada por fibras e por uma matriz homogénea sintetizada por células da zona superficial das cartilagens. Estas células ficam aprisionadas em cavidades da matriz – os **condroplastos** – originando os condrócitos. As paredes dos condroplastos são ricas em fibras de colagénio – **cápsulas cartilagíneas**. O tecido cartilagíneo não é irrigado nem enervado, sendo que a nutrição ocorre através da substância intersticial por difusão dos nutrientes do tecido conjuntivo que envolve a cartilagem. As propriedades das cartilagens dependem das suas fibras: **cartilagens hialinas** – são pobres em fibras, revestem as superfiícies articulares dos ossos; **cartilagens fibrosas** – ricas em fibras de colagénio , que as tornam resistentes; constituem os discos intervertebrais; **cartilagens elásticas** – ricas em fibras elásticas, são muito flexíveis, existem nos pavilhões auriculares.
- **tecido ósseo:** é o tecido conjuntivo mais resistente, formando o esqueleto de muitos vertebrados. Tem funções de suporte, protecção de órgãos e de reservatório de cálcio. Tal como o tecido cartilagíneo, é constituído por células ósseas e por uma substância intersticial – a **matriz óssea**. Os **osteoblastos**, são responsáveis pela formação de novas camadas de matriz, sintetizando maioritariamente, colagénio. Os **osteócitos** – osteoblastos englobados na matriz - encontram-se em cavidades da matriz óssea – osteoplastos – que comunicam umas com as outras por finos canalículos ósseos onde se alojam os prolongamentos dos osteócitos. Os osteoclastos, por seu lado, são células móveis, que destroem a matriz óssea. Esta dinâmica permite uma renovação contínua dos ossos. A matriz óssea é constituída por uma componente orgânica de fibras de colagénio, que conferem flexibilidade e por uma componente inorgânica mineral de fosfato e carbonato de cálcio que confere elevada dureza. A substância intersticial dispõe-se em lamelas ósseas, que juntamente com os osteócitos se agrupam concentricamente em torno de canais – **canais de Havers** – dispostos paralelamente ao eixo do osso e que contém vasos sanguíneos e nervos. O tecido ósseo esponjoso é formado por uma rede de trabéculas ósseas separadas por lacunas que contêm medula óssea vermelha, não se formando sistemas de Havers como no tecido ósseo compacto.

Tecido conjuntivo especializado sanguíneo

O sangue é um tecido constituído por diferentes tipos de células em suspensão num líquido, o plasma. Os elementos celulares do sangue são: hemácias (glóbulos vermelhos), leucócitos (glóabulos brancos) e as plaquetas sanguíneas.

Tecido epitelial animal

Autor Catarina Moreira **Editor** José Feijó
Moreira, C. (2015), Revista de Ciência Elementar, 3(01):0119

Os tecidos epiteliais são constituídos por células justapostas, com grande coesão entre elas (muito próximas), existindo muito pouca substância intersticial entre as células. A maioria das células epiteliais encontram-se na membrana basal, rica em glicoproteínas, que serve para ancorar o epitélio ao tecido subjacente.

Os diversos tecidos epiteliais podem ser classificados de acordo com vários critérios como o número de camadas de células, forma das células superficiais e função.

Quanto à função os epitélios podem ser de:

- **revestimento:** revestem a zona externa do corpo (epiderme) e as cavidades internas, como por exemplo, o tubo digestivo, os vasos sanguíneos ou os pulmões;
- **glandular:** células especializadas na secreção de substâncias.

Quanto ao número de camada de células os epitélios podem ser:

- **simples:** com uma única camada de células
- **estratificado:** com várias camadas de células
- **pseudoestratificado:** com apenas uma camada de

células (todas as células contactam com a lâmina basal) cujos núcleos estão dispostos em níveis diferentes, criando a impressão de serem várias camadas de células.

Quanto à forma das células superficiais os epitélios podem ser:

- **pavimentoso** ou **escamoso:** as células superficiais são achatadas, mais largas que altas;
- **cúbico:** células poligonais, quase tão altas como largas;
- **cilíndrico** ou **prismático:** células poligonais quase cilíndricas, mais altas que largas.

Os epitélios podem ser encontrados em diversos locais do corpo. A tabela 1, apresenta alguns exemplos de locais onde existe tecido epitelial e qual o tipo.

Tabela 1 Tecidos epiteliais.

Epitélio de revestimento		
Número de camadas	**Forma das células**	**Presente em**
Simples	Pavimentoso	Paredes de vasos sanguíneos e dos alvéolos pulmonares
	Cúbico	Tubos uríniferos (rim)
	Cilíndrico	Parede intestino, vesícula biliar (células sem cílios), trompa (células com cílios)
Estratificado	Pavimentoso	Córnea, esófago, vagina
	Cúbico	Parede da bexiga, ductos das glândulas sudoríparas
	Cilíndrico	Uretra masculina
Pseudoestratificado	Cilíndrico	Uretra masculina (sem cílios), traqueia (com cílios)

Epitélio glandular		
Local de secreção	**N.º de células**	**Presente em**
Exócrino	Unicelular	Glândulas gástricas
	Multicelular	Glândulas salivares, sudoríparas
Endócrino	Unicelular	Células de Leydig
	Multicelular	Tiróide

Tecido muscular

Autor Catarina Moreira **Editor** José Feijó
Moreira, C. (2015), Revista de Ciência Elementar, 3(01):0120

As células dos tecidos musculares são de origem mesodérmica. São alongadas e finas, designando-se por fibras musculares. As células são altamente especializadas, não só ao nível dos organelos mas também pela existência de filamentos, as microfibrilhas, que resultam da organização de proteínas, miosina e actina, no citoplasma, que conferem contractilidade às fibras musculares.
Os tecidos musculares (figura 1) podem ser classificados pela sua estrutura e função em:

- tecido muscular liso;
- tecido muscular estriado: esquelético e cardíaco

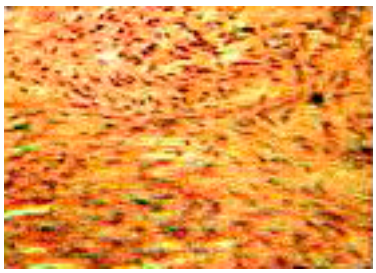


Figura 1a Músculo liso

Figura 1b Músculo esquelético

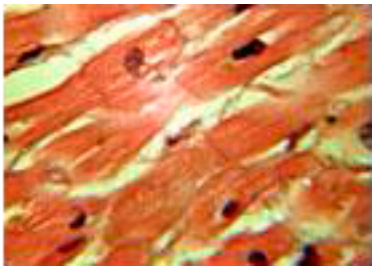


Figura 1c Músculo cardáico

Tecido muscular liso
O tecido muscular liso é responsável pelas forças contrácteis da maioria dos nossos órgãos internos (por exemplo, vasos sanguíneos, intestino, bexiga ou útero), que estão sob o

controlo do sistema nervoso autónomo.
Do ponto vista estrutural é o tecido muscular com as células mais simples. As células são fusiformes, com um só núcleo em posição central, unidas entre si formando feixes. A sua estrutura difere bastante da dos músculos esqueléticos. A designação de tecido liso vem do facto de não ser visível estriação transversal como nos outros tecidos musculares, devido à disposição irregular das proteínas contrácteis (miosina e actina) no citoplasma.
Devem-se salientar duas características importantes no tecido muscular liso. No caso do intestino, por exemplo, as células estão dispostas em camadas e contactam entre si electricamente através das "*gap junctions*", o que permite que um potencial de acção gerado numa célula do tecido muscular liso se propague a todas as células da camada. A outra característica das células do músculo liso é que quando as suas membranas se encontram em potencial de repouso são susceptíveis ao relaxamento. Quando as paredes do intestino relaxam e esticam num determinado local, as membranas que relaxam sofrem uma despolarização, que atingindo o limiar de potencial de acção produz um potencial de acção na membrana e as células contraem. Assim, quanto mais relaxado estiver o músculo maior será a contracção consequente.
Os tecidos musculares lisos podem ser classificados em dois grupos:

- **multiunitários** – com fibras individuais densamente agregadas que não se encontram ligadas entre si. Actuam de forma independente das demais fibras e são enervadas por apenas uma terminação nervosa. Exemplo, o músculo ciliar dos olhos e músculos erectores dos pêlos;
- **unitários** – com fibras agregadas em lâminas ou feixes, as membranas das células contactam em múltiplos pontos – junções comunicantes – através dos quais fluem iões de uma célula para a outra, de forma que contraem em conjunto. Exemplo, músculos do trato gastrointestinal, vias biliares, ou útero.

Tecido muscular estriado esquelético

O tecido muscular estriado esquelético é responsável pelos movimentos voluntários como os da locomoção (andar, correr), pelos movimentos associados à respiração e pelo movimento individual de órgãos como o globo ocular. São também, por isso, chamados músculos voluntários ou tecido muscular voluntário porque está subordinado a um controlo consciente.
A disposição muito organizada dos microfilamentos de actina e miosina dá-lhe um aspecto estriado. As células do musculo esquelético são de grande dimensões, e, ao contrário das do músculo liso e do músculo estriado cardíaco, possuem vários núcleos. São células sinciciais produzidas durante a fase embrionária resultantes da fusão de várias células individuais (ou da ausência de citocinese na mitose). Na grande maioria dos músculos esqueléticos as fibras estão dispostas paralelamente, unidas entre si por tecido conjuntivo. As fibras organizam-se em feixes, também estes envolvidos por tecido conjuntivo.
Cada fibra muscular é composta por miofibrilhas – feixes de filamentos contrácteis de actina e miosina. Cada miofibrilha possui filamentos finos – **microfilamentos de actina** – e filamentos mais grossos – **microfilamentos de miosina**. Num corte transversal de uma fibra, observa-se em determinado locais apenas microfilamentos de actina e noutros apenas de miosina, mas na maioria dos casos, cada microfilamento de miosina é rodeado por seis de actina. Num corte longitudinal, observa-se a estrutura estriada do músculo. O padrão estriado das miofibrilhas deve-se à presença de repetidas unidades – os **sarcómeros** – que são as unidades responsáveis pela contracção do músculo. Cada sarcómero é constituído por microfilamentos de miosina e actina sobrepostos, quando o músculo contrai os sarcómeros encurtam.
Hugh Huxley e Andrew Huxley propuseram um mecanismo molecular para a contracção muscular, deduzindo-o a partir da observação da alteração do comprimento das bandas nos sarcómeros.

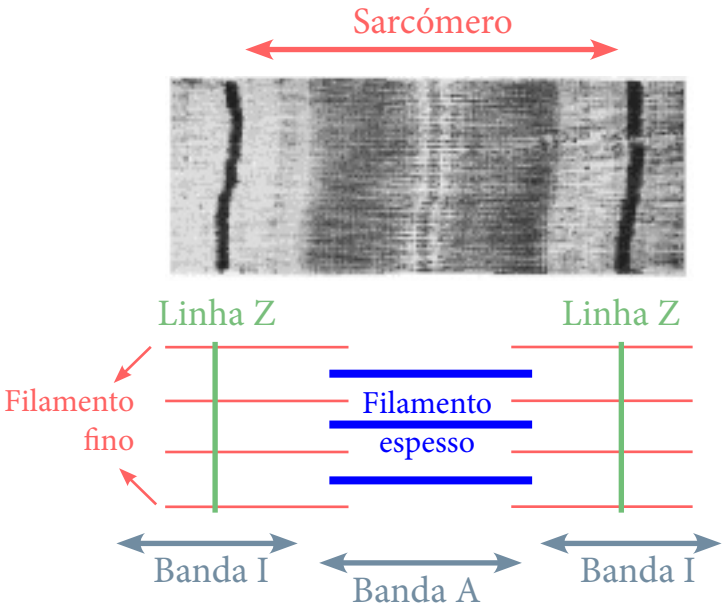


Figura 2 Sarcómero

Cada sarcómero é limitado por uma linha Z (figura 2) onde estão ancoradas os microfilamentos de actina. Na zona central do sarcómero onde só existem microfilamentos de miosina, é a banda H. a banda I é a zina onde só existem filamentos de actina. A banda H e a banda I, zonas mais claras na imagem de microscópio, são regiões onde os microfilamentos de actina e miosina não se sobrepõe

quando o músculo está em relaxamento. A linha mais escura na banda H é a banda M, e contem proteínas que ajudam a manter os microfilamentos de miosina organizados hexagonalmente. A banda A corresponde ao comprimento das fibras de miosina.

Quando o músculo contrai, o sarcómero encurta. As bandas H e I tornam-se mais estreitas, as linhas Z aproximam-se e deslocam-se para o centro da banda A; é como se os microfilamentos de actina deslizassem sobre os microfilamentos de miosina.

Huxley e Huxley a partir da observação desta dinâmica muscular propõem a Teoria dos Filamentos Deslizantes: segundo o modelo quando os músculos contraem os microfilamentos de actina deslizam entre os microfilamentos de miosina.

Como ocorre a contracção muscular?

As moléculas de miosina possuem duas longas cadeias polipeptídicas enroladas que terminam numa cabeça globular. Os microfilamentos de miosina são constituídos por várias moléculas de miosina dispostas paralelamente umas às outras, com as cabeças globulares em posição lateral (ver fig. 3). Os microfilamentos de actina são formados por duas cadeias de monómeros, também elas enroladas entre si, e à sua volta duas cadeias de tropomiosina (proteína). As cabeças das moléculas de miosina tem locais específicos para se ligarem à actina formando pontes entre os dois filamentos e possuem ATPase, que hidrolisa as moléculas de ATP libertando energia que é aproveitada para alterar a orientação das cabeças da miosina.

Na contracção muscular, cabeça globular da miosina liga-se ao filamento de actina, alterando a sua orientação e fazendo com que os filamentos deslizem um sobre o outro. Em seguida, uma molécula de ATP liga-se à cabeça da miosina, que liberta o filamento de actina. O ATP é hidrolisado e a energia libertada é utilizada para repor a orientação original da cabeça. O ATP, curiosamente, é necessário para quebrar a ligação actina-miosina mas não para formá-las, ou seja, os músculos precisam de ATP para parar a contracção (o senso comum poderia levar a pensar o contrário). Isto explica porque é que os músculos ficam rijos pouco depois dos animais morrerem, condição conhecida como rigor mortis. A morte interrompe o fornecimento de ATP armazenado nas células musculares, impedindo que as pontes entre a

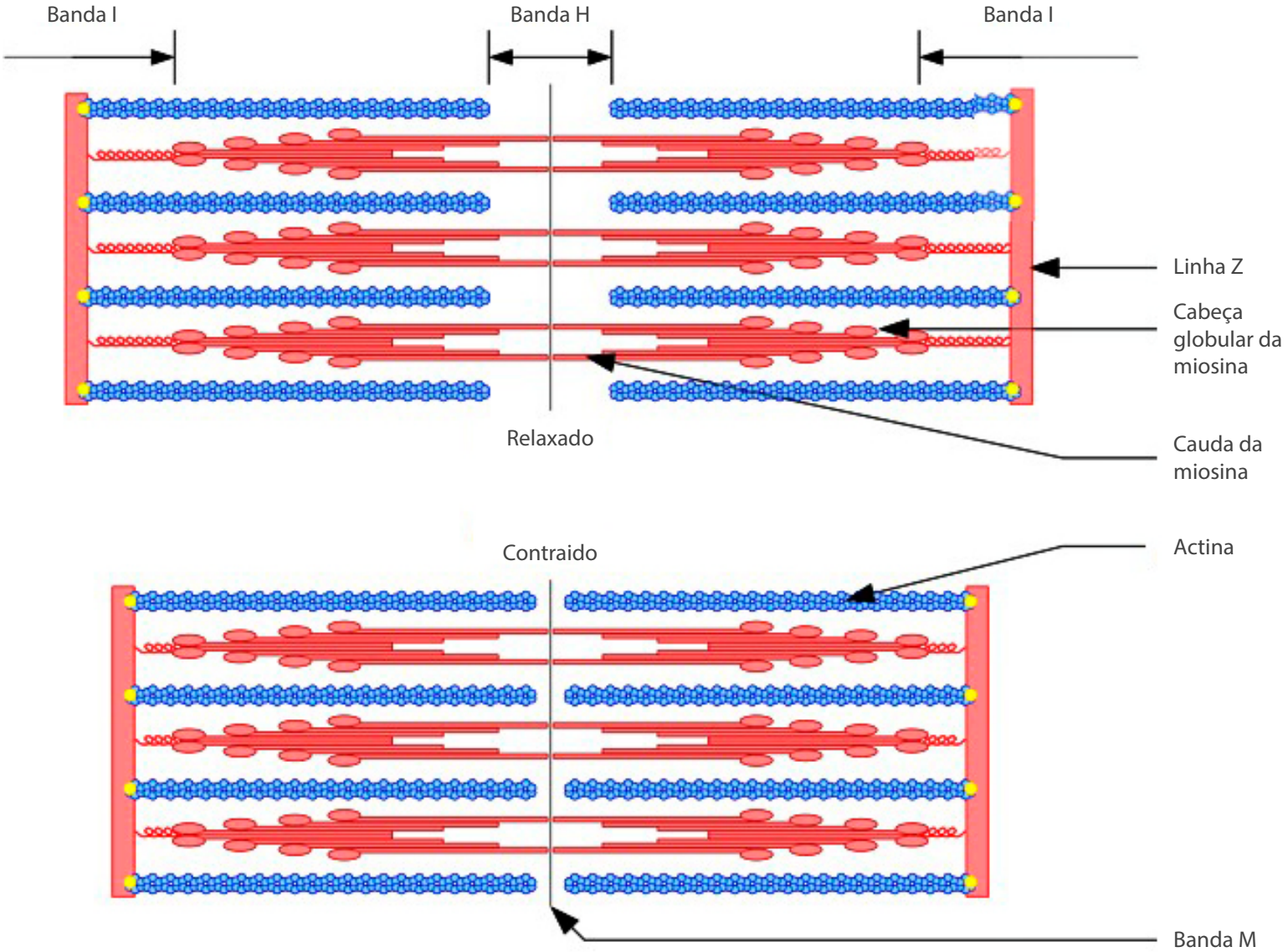


Figura 3 Contracção Muscular - Teoria dos Filamentos Deslizantes

miosina e a actina se quebrem – o músculo não pode relaxar. Como este processo se desencadeia em todos os sarcómeros de todas as miofibrilhas de uma fibra muscular em simultâneo, essa fibra contrai-se e todas as outras fibras do mesmo músculo.

Tecido muscular estriado cardíaco

Tem características intermédias entre o tecido muscular esquelético e o tecido muscular liso. As células são longas e cilíndricas, como no tecido esquelético, com uma disposição das proteínas contrácteis semelhante, daí a estriação transversal. Tal como no tecido muscular liso, as células são mononucleadas e as contracções rítmicas e involuntárias. Algumas células do tecido muscular cardíaco podem gerar o seu próprio potencial de acção que se propaga a todo o músculo criando o ritmo cardíaco.

Além destas características partilhadas, o tecido muscular cardíaco tem características únicas: as fibras são ramificadas em Y, unindo-se longitudinalmente às células vizinhas através de estruturas designadas por discos intercalares. Entre as células existe tecido conjuntivo que suporta uma rede capilar fundamental para o metabolismo intenso, conferindo-lhe resistência às grandes pressões a que estão sujeitas durante o bombear de sangue no coração.

Tecido nervoso

Autor Catarina Moreira **Editor** José Feijó
Moreira, C. (2015), Revista de Ciência Elementar, 3(01):0121

Entre os vários filos de animais existe uma grande diversidade na organização do sistema nervoso. Os animais do filo Porífera (comummente conhecidos por esponjas) são os únicos animais multicelulares que não possuem um verdadeiro sistema nervoso, as células nervosas não estão ligadas entre si. Não possuem células nervosas ligadas entre si por junções sinápticas, mas possuem um sistema homólogo com funções sinápticas. O funcionamento destas estruturas ainda não é claro mas permite a comunicação entre indivíduos através da alteração de pressão no meio ou do toque provocando a contracção do corpo.

Animais de simetria radial

O sistema nervoso mais simples encontra-se no filo Cnidaria. Animais como as medusas, as hidras e as anémonas do mar possuem uma rede nervosa difusa composta por numerosas células nervosas interligadas que conduzem impulsos para todo o corpo. Um estímulo recebido no corpo de um destes organismos difunde-se por todo o corpo e vai perdendo intensidade.

Animais de simetria bilateral

A maioria dos animais possui simetria bilateral, e têm tendência a movimentar-se numa direcção definida. Ao longo do processo evolutivo tem havido uma tendência para os órgãos dos sentidos e os centro nervosos se localizarem na porção anterior do organismo. A cefalização, acumulação de neurónios sensoriais e interneurónios na região da cabeça, já é evidente nos Platyhelmintes (Planaria). O sistema nervoso é ainda muito rudimentar, com uma rede nervosa e dois troncos nervosos ao longo do corpo com origem num "cérebro rudimentar" – **gânglio cerebral**. Estes longos troncos nervosos comunicam com a rede nervosa e possui estruturas com uma grande concentração de neurónios – os **gânglios nervosos**.

Os equinodermes não possuem cérebro nem gânglios que coordenem os movimentos. O seu sistema nervoso baseia-se nos mesmos princípios do seu sistema de transporte de água vascular. Possuem um anel nervoso em torno da boca e nervos radiais que se prolongam do anel nervoso até à extremidade dos braços.

O sistema nervoso dos nemátodes consiste num anel de tecido nervosos em torno da faringe que dá origem a dois cordões nervosos, um dorsal e um ventral, que se estendem ao longo do corpo. O cordão nervoso dorsal estende-se ao longo da parte superior do intestino e o cordão ventral do lado esquerdo.

Nos Anelídeos e nos Artrópodes já é visível um cordão nervoso ventral bem definido com um cérebro proeminente na porção anterior. Nos anelídeos o cérebro já é muitas vezes divido em três partes: anterior, média e posterior. Os nervos sensoriais saem do cérebro para o prostomium e primeiro segmento do corpo. Os cordões nervosos apresentam gânglios distribuídos pelos segmentos coordenando a acção de cada um deles.

Os moluscos têm dois tipos de sistema nervoso. Os mais primitivos (por exemplo, caracóis e amêijoas) têm um sistema nervoso semelhante ao dos anelídeos. Possuem um par de gânglios cerebrais que constituem o cérebro e que se localiza sobre o esófago. Os nervos que saem do cérebro distribuem-se pelos olhos, tentáculos e por um par de gânglios. Os músculos do pé são estimulados por um conjuntos específico de cordões nervosos. Nos bivalves, o gânglio cerebral está localizado lateralmente ao esófago.

Nos moluscos mais complexos o sistema nervoso também mais complexo está relacionado com os movimentos activos e com os hábitos predadores destes animais. A maioria dos gânglios nervosos concentram-se à volta do esófago e estendem-se até às extremidades dos braços ou tentáculos. Um par de grandes nervos paliais liga o cérebro

a um par de gânglios na superfície interior do manto. A lula é conhecida por possuir um sistema de fibras gigantes, os neurónios gigantes. Estes neurónios têm fibras ligadas aos músculos retractores da cabeça e ao gânglio do manto. As grandes dimensões destas fibras possibilitam a rápida condução de estímulos e consequentemente movimentos extremamente rápidos do corpo.
Os artrópodes possuem um cérebro tripartido. O cordão nervoso central está ligado ao cérebro. O número de neurónios nos insectos é relativamente pequeno, mas o diâmetro dos axónios é por vezes superior aos dos presentes no sistema nervoso do Homem. O sistema nervoso dos vertebrados, em contraste com a maioria dos invertebrados, está localizado dorsalmente e quase sempre protegidos por estruturas esqueléticas: crânio e coluna vertebral.
Durante o desenvolvimento embrionário o sistema nervoso desenvolve-se a partir da ectoderme na linha média da gástrula (ver desenvolvimento embrionários dos animais). O tubo neural inicial sofre uma dilatação na porção anterior, constituindo a vesícula cefálica primitiva. Em quase todos os casos a vesícula divide-se em encéfalo anterior, encéfalo médio e encéfalo posterior. Os sistema nervoso encontra-se organizado em diferentes regiões, anatómica e fisiologicamente, evidenciando ao nível do encéfalo algumas tendências:

- aumento progressivo do tamanho do cérebro mantendo uma proporção relativa ao tamanho do corpo dos indivíduos nos peixes, anfíbios e repteis, mas aumenta substancialmente em relação ao tamanho do corpo nas aves e nos mamíferos;
- aumento das compartimentações e das funções associadas. Mantêm-se as três divisões primitivas mas estas subdividem-se em áreas mais pequenas e com funções mais específicas;
- aumento da complexidade e sofisticação do prosencéfalo.

O tecido nervoso é formado por células com prolongamentos citoplasmáticos, os neurónios e as células de glia, especializadas em transmitir estímulos ou impulsos nervosos.
Este tecido constitui o sistema nervoso que, nos vertebrados, é anatomicamente dividido em:

- sistema nervoso central: formado pelo encéfalo e espinal medula;
- sistema nervoso periférico: formado pelos nervos, gânglios e terminações nervosas.

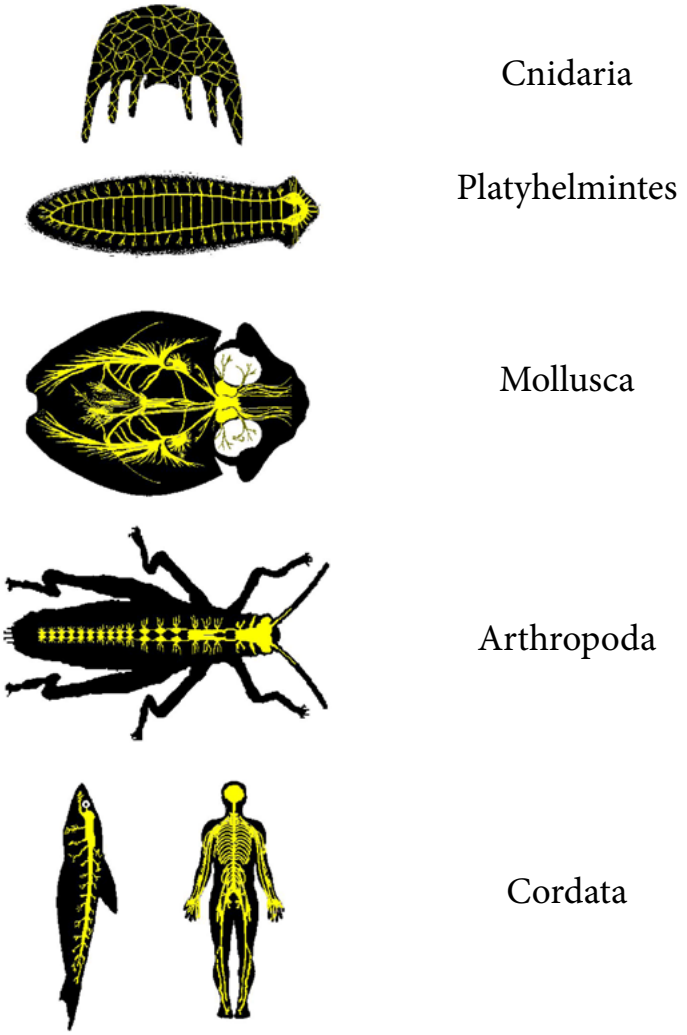


Figura 1 Sistema nervoso de diferentes grupos de animais.

Condutividade

Autor Miguel Ferreira **Editor** Joaquim Agostinho Moreira
Ferreira, M. (2015), Revista de Ciência Elementar, 3(01):0122

Um meio condutor da electricidade caracteriza-se por ter portadores de cargas que se podem mover sob a acção de um campo eléctrico aplicado. O tipo de portadores de carga depende da natureza do meio condutor. Por exemplo, nos metais, são os electrões de condução os responsáveis pelo transporte de carga eléctrica; já nas soluções electrolíticas, são os iões,resultantes da dissociação iónica do electrólito, que transportam a carga, enquanto que nos plasmas, são os electrões e iões os responsáveis pelo transporte.
Em todos os condutores, as cargas eléctricas encontram-se em movimento. Contudo, uma vez que este movimento é desordenado, não há transporte efectivo de carga eléctrica. Para haver corrente, é necessário aplicar um campo eléctrico para orientar o movimento das cargas. Assim sendo, existe

uma relação entre a densidade de corrente, $\vec{J}$, e o campo eléctrico, $\vec{E}$. Na maioria dos condutores metálicos, esta relação é de proporcionalidade directa:

$$\vec{J} = \sigma \vec{E}$$

sendo σ a conductividade eléctrica do metal.
Para descrever os fenómenos físicos que determinam a condução eléctrica, usa-se um modelo clássico, cujos pressupostos são:

1. a rede metálica é constituida por iões que ocupam posições fixas no espaço, e um gás de electrões de condução que se move entre os iões. Os iões são considerados como objectos impenetráveis, de massa muito superior à dos electrões.
2. os electrões de condução colidem apenas com os iões que constituem a rede metálica; entre colisões, os electrões de condução não interactuam entre si nem com os iões da rede metálica.
3. as colisões dos electrões de condução e os iões da rede consideram-se instantâneas, mudando abruptamente a velocidade dos electrões. A direcção da velocidade dos electrões após uma colisão é completamente aleatória, não tendo relação com a velocidade antes da colisão.
4. Em média, o intervalo de tempo entre duas colisões sucessivas é constante - tempo de percurso médio τ - e a probabilidade por unidade de tempo de ocorrer uma colisão é o inverso de τ.

Suponhamos que o metal é formado por um único elemento, de massa atómica A. Cada átomo do elemento contribui com z electrões para a condução. Se a densidade do metal for ρ, o número de electrões de condução por unidade de volume, também designado por densidade de electrões de condução, é dado por:

$$n = 6.022 \times 10^{23} \frac{z\rho}{A}.$$

Admitamos que os electrões de condução têm velocidade média $<\vec{v}>$. A quantidade de carga eléctrica que atravessa a secção recta do condutor por unidade de tempo e de área é a densidade de corrente eléctrica, que é escrita da seguinte forma:

$$\vec{J} = -ne<\vec{v}>,$$

sendo e a carga elementar.
A velocidade máxima que o electrão atinge em média entre duas colisões sucessivas pode calcular-se a partir da dinâmica clássica, em que se admite que o electrão está sujeito apenas à força eléctrica. Se $\vec{v}_0$ é a velocidade do electrão imediatamente após uma colisão, a velocidade que ele adquire num instante t, entre as duas colisões sucessivas é:

$$\vec{v} = \vec{v}_0 - \frac{e\vec{E}\tau}{m}.$$

Uma vez que a primeira parcela do segundo membro da equação anterior é perfeitamente aleatória, o seu valor médio é zero. Deste modo, a velocidade média com que os electrões se deslocam é:

$$<\vec{v}> = -\frac{e\vec{E}\tau}{m},$$

em que m é a massa do electrão. Considerando esta expressão para a velocidade média dos electrões, a relação entre da densidade de corrente e o campo eléctrico, admitindo linearidade, é:

$$\vec{J} = \frac{ne^2\tau}{m}\vec{E}$$

donde se conclui que a condutividade eléctrica do metal é:

$$\sigma = \frac{ne^2\tau}{m}.$$

Com base na última equação, podemos interpretar o facto da condutividade eléctrica de um metal diminuir com o aumento da sua temperatura. De facto, o aumento de temperatura é consequência do aumento da energia interna do metal, que se traduz por uma agitação térmica com maior amplitude. Assim sendo, a probabilidade por unidade de tempo do electrão colidir com um ião da rede aumenta, pelo que τ diminui.
Apesar da sua simplicidade, este modelo não explica certos aspectos do transporte de carga em metais, por exemplo a magnetoresistência e o efeito termoeléctrico.

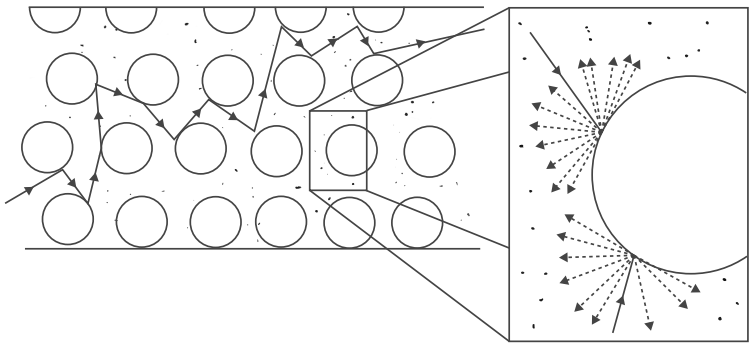


Figura 1 Modelo simplificado de um condutor metálico. As partículas maiores representam os iões da rede metálica e a cheio pode ver-se uma possível trajectória descrita por um electrão de condução. Em pormenor estão representadas a tracejado as possíveis trajectórias que o electrão pode tomar após uma colisão com um ião da rede metálica.

Força de Lorentz

Autor Mariana de Araújo **Editor** Joaquim Agostinho Moreira
Araújo, M. (2015), Revista de Ciência Elementar, 3(01):0123

A força de Lorentz é a força exercida numa partícula carregada devido à existência de um campo electromagnético. Pode ser considerada como a sobreposição da força devida ao campo eléctrico e da força devida ao campo magnético. Matematicamente, a força de Lorentz é dada pela expressão:

$$\vec{F} = q\left(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B}\right).$$

Força elétrica

A força exercida por um campo eléctrico numa carga pontual q é proporcional à carga e ao campo na posição ocupada pela carga, e tem a direcção deste:

$$\vec{F} = q\vec{E}\,.$$

No caso mais simples, o da força entre duas cargas pontuais q_1 e q_2 em repouso, a força eléctrica entre elas é dada pela força de Coulomb:

$$\vec{F}_{12} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1 q_2}{\left|\vec{r}_{12}\right|^2}\hat{e}_{12}\,.$$

Em que $\vec{r}_{12}$ é o vector com origem na carga q_1 e extremidade na carga q_2, e $\hat{e}_{12}$ é um vector unitário com a direcção e sentido de $\vec{r}_{12}$. A constante ε_0 é a permitividade eléctrica do vazio, e tem o valor ε_0 = 8.854 187 817... x 10^{-12} $A^2 s^4 kg^{-1} m^{-3}$ [1].

Se as cargas tiverem o mesmo sinal, esta força é repulsiva, e se tiverem sinais opostos é atractiva. Note-se que a descrição matemática da força de Coulomb é formalmente semelhante à da força gravítica de Newton. No entanto, a origem do fenómeno electrostático é diferente da do fenómeno gravitacional.

Mais geralmente, o campo eléctrico poderá tomar outra forma, dependendo da distribuição de cargas que cria o campo eléctrico onde a carga q se encontra. Alguns exemplos encontram-se no artigo Campo Eléctrico.

Força Magnética

A força exercida por um campo magnético sobre uma carga pontual q, animada com velocidade $\vec{v}$, é proporcional à carga, ao campo magnético, e à velocidade da carga. A direcção da força magnética é perpendicular ao plano definido pelo campo magnético e pela velocidade da carga, e é dada pela expressão:

$$\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}\,.$$

Uma consequência imediata da força magnética ser perpendicular à velocidade é que esta força não realiza trabalho; contudo, a força magnética altera a direcção da velocidade da partícula. Note-se que, contrariamente à força de Coulomb, a força magnética não é central.

Há duas situações limite de interesse. Uma delas corresponde à situação em que a velocidade da partícula tem a mesma direcção do campo magnético. Nesta situação, a força magnética é nula e, se a partícula estiver livre de outras forças, o seu movimento será rectilíneo e uniforme.

A outra situação corresponde ao caso em que a velocidade da partícula é perpendicular ao campo magnético. Suponhamos, então, a situação em que uma partícula não relativista ($v << c$), de massa m, carga q e velocidade $\vec{v}$ = (v,0,0) entra numa região onde existe um campo magnético uniforme e estacionário $\vec{B}$ = (0,0,B). A força magnética que actua na partícula dá origem a uma aceleração, que se determina através da segunda lei de Newton:

$$\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B} = -q(0, vB, 0) = m\vec{a}\,.$$

A partícula terá então uma aceleração, cujo valor é

$$a_n = \frac{|q|}{m}vB\,,$$

e direcção sempre perpendicular à velocidade. neste caso, a partícula terá movimento circular e uniforme. O raio da trajectória é dado por:

$$a_n = \frac{v^2}{R} = -\frac{|q|}{m}vB \Rightarrow R = \frac{mv}{|q|B}\,.$$

Este raio é chamado o raio ciclotrónico, de Larmor, ou *gyroradius*. A frequência do movimento, frequência ciclotrónica, é:

$$v = \omega R \Rightarrow \omega = \frac{|q|B}{m}$$

e é independente da velocidade inicial da partícula.

Podemos ver desta análise que:

1. Se tivermos uma amostra de partículas todas com a mesma velocidade e carga, e as fizermos passar numa zona onde existe um campo magnético uniforme, o raio da trajectória de cada uma depende unicamente da sua massa. Este facto é a base do funcionamento de um

Espectrómetro de Massa.

2. É possível determinar a velocidade de uma partícula de massa e carga conhecidas, medindo apenas o raio da trajectória.

3. Sabendo a direcção do campo magnético a que a partícula está sujeita, é possível determinar o sinal da sua carga observando a sua trajectória, pois partículas com carga de sinais opostos irão curvar em sentidos opostos.

Movimento helicoidal

No caso de a velocidade da partícula ter uma componente paralela e outra perpendicular ao campo, o seu movimento será uma sobreposição de um movimento circular uniforme com um movimento rectilíneo uniforme, e a trajectória resultante é helicoidal, como ilustrado na figura. A componente da velocidade paralela ao campo não é alterada por este, enquanto que a perpendicular ao plano irá sofrer uma força centrípeta que irá curvar a trajectória fazendo a partícula descrever um círculo no plano perpendicular a $\vec{B}$.

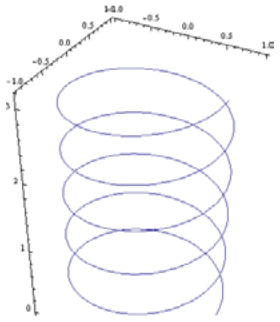


Figura 1 Trajectória de uma partícula num campo magnético uniforme vertical, com velocidade inicial não perpendicular ao campo.

Sobreposição

Uma carga pontual em movimento numa região do espaço onde estão definidos simultaneamente um campo eléctrico e um campo magnético, fica sujeita à força:

$$\vec{F} = q\vec{E} + q\vec{v}\times\vec{B} = q\left(\vec{E} + \vec{v}\times\vec{B}\right).$$

em situações não-relativistas, a razão entre as intensidades das forças magnética ($\vec{F}_m$) e eléctrica ($\vec{F}_e$) é:

$$\frac{\left|\vec{F}_m\right|}{\left|\vec{F}_e\right|} < \frac{v}{c},$$

em que c é a velocidade da luz no vazio. Assim, para velocidades não-relativistas, temos que o valor da força magnética é inferior ao da força eléctrica. Esta desigualdade não implica que se deva desprezar a força magnética em relação à força eléctrica em qualquer situação.

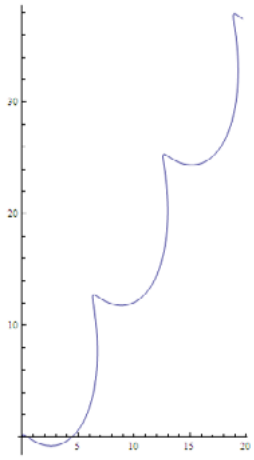


Figura 2 Trajectória no plano xOy de uma partícula numa região com campo magnético uniforme vertical e campo eléctrico uniforme na direcção e sentido da velocidade inicial da partícula, que é também perpendicular a *B*.

Referências

1. 2006 CODATA recommended values, http://physics.nist.gov/cgi-bin/cuu/Value?eqep0%7Csearch_for=permitivity+vaccum.

2. Feynman, R., Leighton, R. & Sands, M., The Feynman Lectures on Physics, Vol,. 2, Addison-Wesley Publishing, 1963.

3. Deus, J.D., Pimenta, M., Noronha, A., Peña, T. & Brogueira, P., Introdução à Física, 2ª edição, McGraw-Hill, 2000.

Lei de Coulomb

Autor Miguel Ferreira **Editor** Joaquim Agostinho Moreira

Ferreira, M. (2015), Revista de Ciência Elementar, 3(01):0124

A Lei de Coulomb descreve a interacção electrostática entre partículas carregadas electricamente. Esta lei foi deduzida experimentalmente por Charles Augustin de Coulomb e publicada em 1785[1]. Para a sua dedução experimental, Coulomb utilizou uma balança de torção[1]. A lei de Coulomb estabelece que a intensidade da força electrostática entre duas partículas com carga eléctrica é directamente proporcional ao módulo do produto das cargas e inversamente proporcional ao quadrado da distância que separa as partículas. A direcção da força coincide com a direcção da linha que passa pelas partículas.

Matematicamente, a lei de Coulomb é dada pela expressão:

$$\vec{F} = K\frac{q_1 q_2}{R^2}\hat{R},$$

em que K é a constante de proporcionalidade, q_1 e q_2

são as magnitudes das cargas pontuais, R é o módulo da distância que as separa e $\hat{R}$ é o vector unitário com direcção correspondente à linha que une as duas cargas pontuais. No Sistema Internacional de Unidades, a constante de proporcionalidade, também designada por constante de Coulomb, é dada pela expressão:

$$K = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$$

sendo ε_0 a permitividade eléctrica do vazio.
Note-se que a força electrostática é repulsiva quando as cargas têm o mesmo sinal, e é atractiva quando o sinal das cargas é contrário.

Princípio da Sobreposição

A força electrostática satisfaz o **princípio da sobreposição**. Suponhamos que existem N cargas pontuais, de valores q_1 , q_2 ,... , q_n , colocadas em posições fixas r_1 , r_2 ,..., r_n , uma uma carga Q , colocada em r . A força electrostática que as N cargas exercem sobre a carga Q obtém-se somando (vectorialmente) as forças que cada carga q_i exerce sobre a carga Q . Matematicamente, tem-se:

$$\vec{F}_{total} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \ldots + \vec{F}_n .$$

O princípio da Sobreposição das forças é verificado experimentalmente e significa que a interacção entre um par de cargas não é perturbada pela presença de outras cargas na vizinhança.

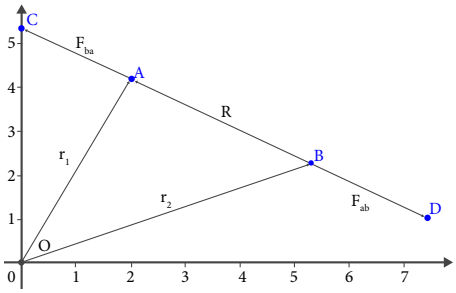


Figura 1 Cargas pontuais A e B com o mesmo sinal e com vectores posição r_1 e r_2, respectivamente. R é o vector orientado de B para A com magnitude igual à distância entre os dois pontos. Os vectores força F_{ab} e F_{ba} são, respectivamente, a força que A exerce sobre B e a força que B exerce sobre A.

Referências

1. Premier Mémoire sur l'Electricité et le Magnétisme, Histoire de l'Académie Royale des Sciences, 569-577, 1785.

Semelhança de triângulos

Autor J. N.Tavares e A. Geraldo **Editor** José Francisco Rodrigues Nuno tavares, J., Geraldo, A. (2015), Revista de Ciência Elementar, 3(01):0125

Definição

Na figura 1 podemos ver uma correspondência entre os vértices de dois triângulos no plano, $[ABC]$ e $[A'B'C']$.
Esta faz corresponder os pontos A, B e C aos pontos A′, B′ e C′, respetivamente, assim como os ângulos α, β e γ aos ângulos α', β' e γ', respetivamente.

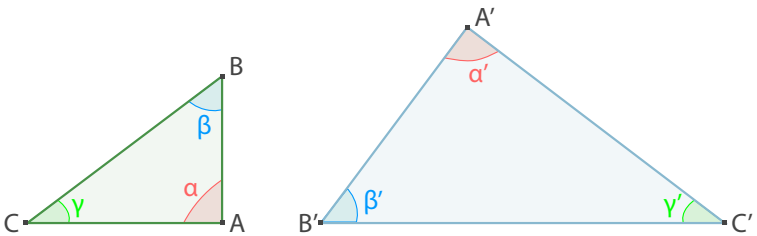


Figura 1 Correspondência entre os vértices de dois triângulos no plano.

Dizemos que dois triângulos são semelhantes se essa correspondência entre os vértices for de tal modo que:

- os ângulos correspondentes são geometricamente iguais;
- e os lados correspondentes são diretamente proporcionais, ou seja,

$$\frac{\overline{AB}}{\overline{A'B'}} = \frac{\overline{AC}}{\overline{A'C'}} = \frac{\overline{BC}}{\overline{B'C'}} .$$

Nota — os lados de dois triângulos são proporcionais se existir proporcionalidade direta entre os seus comprimentos, ou seja, se o quociente entre os comprimentos dos lados correspondentes dos triângulos for sempre constante.

Critérios de semelhança de triângulos

- Critério AA

Dois quaisquer triângulos são semelhantes se tiverem dois ângulos correspondentes geometricamente iguais (o terceiro ângulo é necessariamente igual, pois a soma dos ângulos internos de um triângulo é sempre igual a 180°).

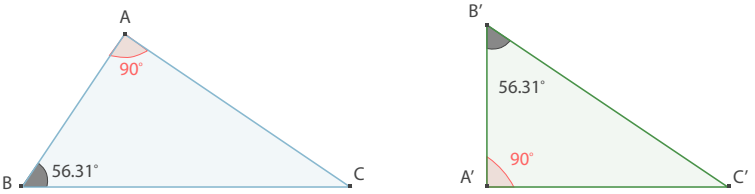
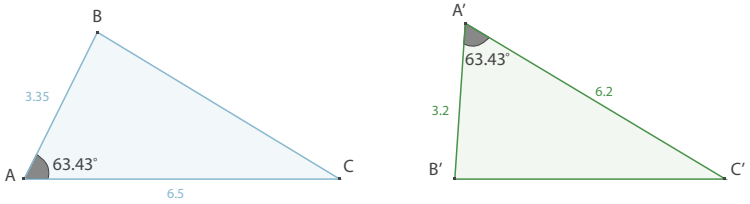


Figura 2 Critério AA.

- Critério LAL

Dois quaisquer triângulos são semelhantes se tiverem dois lados correspondentes diretamente proporcionais e o

ângulo por eles formado for igual.

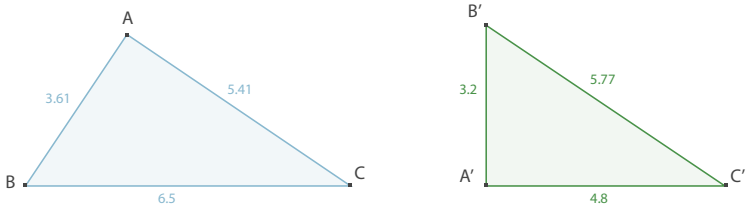


$$\frac{\overline{AB}}{\overline{A'B'}}=\frac{3.35}{3.2}=1.05 \qquad \frac{\overline{AC}}{\overline{A'C'}}=\frac{6.5}{6.2}=1.05$$

Figura 3 Critério LAL.

- Critério LLL

Dois quaisquer triângulos são semelhantes se tiverem os três lados correspondentes diretamente proporcionais.



$$\frac{\overline{AB}}{\overline{A'B'}}=\frac{3.61}{3.2}=1.13 \qquad \frac{\overline{AC}}{\overline{A'C'}}=\frac{5.41}{4.8}=1.13$$

$$\frac{\overline{BC}}{\overline{B'C'}}=\frac{6.5}{5.77}=1.13$$

Figura 3 Critério LLL.

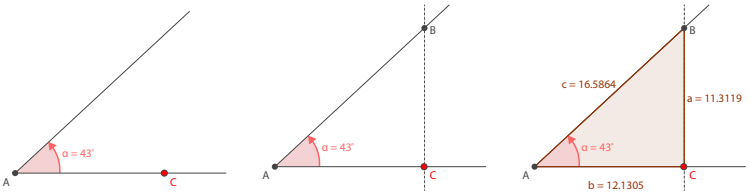
Seno de um ângulo agudo

Autor J. N. Tavares e A. Geraldo **Editor** José Francisco Rodrigues
Nuno tavares, J., Geraldo, A. (2015), Revista de Ciência Elementar, 3(01):01226

Definição

Para definir o seno de um ângulo agudo de amplitude α ϵ]0,90º[, fazemos a construção seguinte que se ilustra nas figuras:

1. escolhemos um ponto qualquer C num dos lados do ângulo. Por exemplo, no applet, escolhemos o ponto C num dos lados do ângulo (no applet escolhemos o lado horizontal);
2. construímos a perpendicular a esse lado que passa em C;
3. essa perpendicular intersecta o outro lado em B e, desta forma, obtemos o triângulo retângulo representado na figura - o triângulo ACB, retângulo em C.



$$\sin\alpha=\sin 43^\circ=\frac{a}{c}=\frac{12.1305}{16.5864}=0.682$$

O seno de α define-se agora através da razão

$$\sin\alpha=\frac{a}{c}$$

onde a é o comprimento do cateto BC e c é o comprimento da hipotenusa AB.

Note ainda que o valor de sin α não depende do ponto C escolhido no passo nº1. De facto, variando C obtemos triângulos retângulos, semelhantes entre si, e portanto, a razão a/c não muda.

Nota

Para qualquer ângulo agudo de amplitude α ϵ]0,90º[, $0<\sin\alpha<1$.

Exemplos

Para calcular o seno de um ângulo agudo podemos pois usar um triângulo retângulo qualquer. Por exemplo, na figura 1 usamos um triângulo retângulo cuja hipotenusa é $c=20$, para calcular o seno de 30º. Como é claro da figura 2, o cateto a é metade da hipotenusa, isto é, $a=10$ e portanto

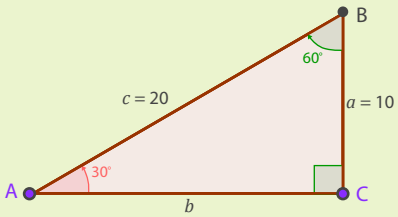
$$\sin 30^\circ=\frac{10}{20}=\frac{1}{2}.$$

Por outro lado, pelo teorema de Pitágoras, $c^2=a^2+b^2$, e substituindo os valores de $c=20$ e $a=10$, obtemos $b=\sqrt{400-100}=10\sqrt{3}$. Portanto

$$\sin 60^\circ=\frac{b}{c}=\frac{10\sqrt{3}}{20}=\frac{\sqrt{3}}{2}.$$

Na figura 3 usamos um triângulo retângulo isósceles (os dois catetos com o mesmo comprimento, $a=b$), para calcular o seno de 45º. Pelo teorema de Pitágoras $c^2=a^2+b^2=2a^2$, uma vez que $a=b$. Portanto, $c=\sqrt{2}a$ e daí que

$$\sin 45^\circ=\frac{a}{c}=\frac{a}{\sqrt{2}a}=\frac{\sqrt{2}}{2}.$$



$$\sin 30° = \frac{10}{20} = \frac{1}{2}$$

$$\sin 60° = \frac{b}{c} = \frac{17.3}{20} = 0.9$$

Figura 1

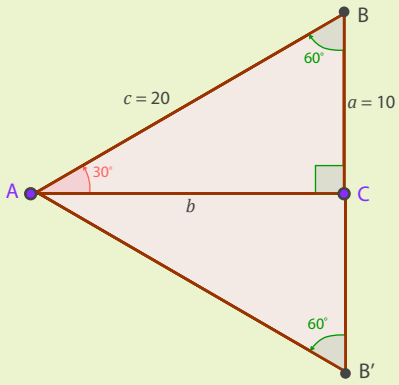
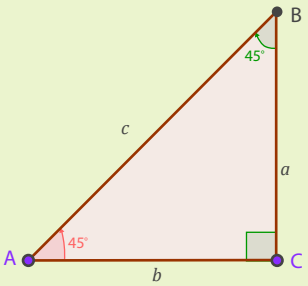


Figura 2



$$\sin 45° = \frac{a}{c} = \frac{\sqrt{2}}{2} \approx 0.7071$$

Figura 3

Ânodo

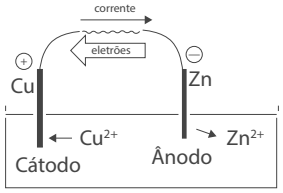
Autor Luis Spencer Lima **Editor** Jorge Gonçalves
Spencer Lima, L. (2015), Revista de Ciência Elementar, 3(01):0127

O ânodo é o eléctrodo de uma célula electroquímica onde se dá a oxidação de uma espécie química. Como a espécie que sofre oxidação perde electrões, o fluxo de electrões tem origem no ânodo e dirige-se para o cátodo, pelo que a corrente eléctrica tem o sentido oposto (do cátodo para o ânodo).

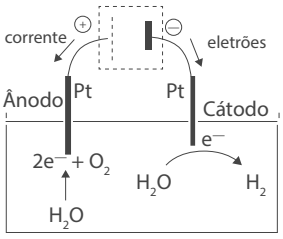
O ânodo pode ser positivo ou negativo, conforme o tipo de célula electroquímica em questão. No caso de uma célula **galvânica** (também designada por voltaica), a reacção de oxidação-redução dá-se espontaneamente. A oxidação que se dá no ânodo ocorre à superfície do eléctrodo, dando origem a um excesso de electrões que migram em direcção ao cátodo, onde se dá a reacção de redução. Este excesso de electrões faz com que o ânodo tenha sinal *negativo*. No caso de uma célula **electrolítica**, é aplicada ao circuito uma diferença de potencial no sentido oposto ao de uma célula galvânica, para que ocorra a reacção não espontânea. Desta forma, ânodo e cátodo invertem a sua posição relativamente a uma célula galvânica, pois onde ocorria oxidação dá-se a redução e vice-versa. Assim sendo, numa célula electrolítica, o ânodo tem sinal *positivo*.

O termo ânodo deriva do grego "*anodos*", que significa "subida", e foi criado em 1834 por William Whewell, um polímato inglês, cientista, padre anglicano, filósofo, teólogo e historiador de ciência do final do século XVIII e século XIX, a pedido do físico e químico inglês Michael Faraday, seu contemporâneo, que o contactou para elaborar novas designações que seriam necessárias para completar o seu artigo sobre o processo de electrólise, entretanto descoberto.

Uma das formas mais eficazes de evitar a corrosão dos metais é a utilização de *ânodos sacrificiais*, que se ligam ao metal a proteger. Tal como o próprio nome indica, os ânodos sacrificiais são quem sofre, preferencialmente, a corrosão (são "sacrificados"), para assim poder proteger o material que importa preservar. Este método é conhecido como *protecção catódica*, e efectua-se para proteger contra a corrosão cascos de navios e tubagens enterradas, erm que se usa zinco como metal sacrificial para proteger o aço.



Célula Galvânica



Célula Eletrolítica

Figura 1 Representação esquemática de uma célula galvânica e electrolítica.

Para evitar a sua corrosão, o alumínio, é revestido por uma camada aderente e impermeável de óxido de alumínio formada sobre a superfície quando o alumínio é oxidado (Al_2O_3). Este processo designa-se por anodização quando o processo é electrolítico (não espontâneo) ou *passivação* quando o processo é galvânico (espontâneo), onde o alumínio funciona como o ânodo. Como o óxido formado cobre toda a superfície e é um material impermeável, muito aderente e não condutor, constitui uma protecção bastante eficaz contra a corrosão do alumínio.

Cátodo

Autor Luis Spencer Lima **Editor** Jorge Gonçalves
Spencer Lima, L. (2015), Revista de Ciência Elementar, 3(01):0128

O cátodo é o eléctrodo de uma célula electroquímica onde se dá a redução de uma espécie química. Como a espécie que sofre redução necessita de electrões e é o ânodo que os fornece, o fluxo de electrões tem origem no ânodo e dirige-se para o cátodo, pelo que a corrente eléctrica tem o sentido oposto (do cátodo para o ânodo).

O cátodo, tal como o ânodo, pode ter sinal positivo ou negativo, conforme a célula electroquímica seja galvânica ou electrolítica, respectivamente. No caso de uma célula **galvânica**, a reacção de oxidação-redução dá-se de forma espontânea. Assim, os iões presentes na solução de electrólito onde está mergulhado o cátodo migram para a sua superfície onde sofrem redução, depositando-se sobre este. Como o cátodo tem deficiência de electrões, adquire uma polaridade *positiva*. Já numa célula **electrolítica**, ocorre a reacção de oxidação-redução inversa, devido a uma fonte de tensão que é introduzida no circuito, cuja diferença de potencial origina uma intensidade de corrente no sentido oposto de uma célula galvânica. Por isso, a oxidação passa a ocorrer no eléctrodo onde antes ocorria a redução e vice-versa. Assim, o cátodo passa a ter sinal *negativo*.

A palavra cátodo deriva do grego *káthodos* (*katá*, "para baixo" + *odós*, "caminho"), que significa descida (sentido descendente dos electrões). Tal como no caso do ânodo, a palavra cátodo foi criada em 1834 por William Whewell, um polímato, cientista, padre anglicano, filósofo, teólogo e historiador de ciência inglês do final do século XVIII e século XIX. Contudo, foi Michael Faraday, físico e químico inglês seu contemporâneo, quem utilizou e popularizou o termo após ter solicitado a Whewell novas terminologias para a descrição do processo de electrólise por ele descoberto.

O fenómeno da deposição de material (um metal, por exemplo) na superfície do cátodo como consequência da reacção de redução conduziu ao desenvolvimento da técnica denominada *electrodeposição*. Esta consiste na deposição electroquímica de uma camada de um metal sobre um material, conferindo-lhe propriedades diferentes do material original. Neste caso, o material que vai sofrer a deposição constitui o próprio cátodo. Um exemplo desta técnica é a vulgarmente designada "cromagem", onde é depositada uma fina camada de crómio metálico no material para prevenir a corrosão, aumentar a dureza da superfície, facilitar a limpeza ou, simplesmente, funcionar como peça decorativa.

Eletrólise

Autor Ricardo Ferreira Fernandes **Editor** Jorge Gonçalves
Ferreira Fernandes, R. (2015), Revista de Ciência Elementar, 3(01):0129

Etimologicamente, electrólise significa "decomposição pela electricidade". A electrólise é, assim, um processo que utiliza corrente eléctrica para promover uma reacção química não espontânea. Para isso, um gerador de corrente eléctrica contínua é ligado aos eléctrodos de uma célula electrolítica forçando os electrões a participar em reacções provocadas de oxidação num dos eléctrodos (o ânodo) e de redução no outro eléctrodo (o cátodo).

No ano de 1800, os cientistas ingleses William Nicholson (1753-1815) e Anthony Carlisle (1768-1840), quando tentavam reproduzir as experiências de Allesandro Volta (1745-1827), com o objectivo de analisar as cargas eléctricas usando um electroscópio previamente desenvolvido por Nicholson, verificaram que ao inserirem os dois fios condutores metálicos provenientes da pilha de Volta num recipiente com água, se libertavam bolhas gasosas nas superfícies dos fios condutores (hidrogénio e oxigénio).[1] Posteriormente, em 1807, o químico inglês Sir Humphry Davy (1778-1840) fez passar uma corrente eléctrica através de hidróxido de potássio e hidróxido de sódio fundidos, isolando os elementos potássio e sódio, respectivamente. Davy prosseguiu os seus estudos com metais alcalino-terrosos, tendo isolado de forma semelhante o magnésio, o cálcio, o estrôncio e o bário. Em 1834, Michael Faraday (1791-1867) introduziu, por sugestão do polímato Rev. William Whewell (1794-1866), o termo electrólise que deriva do grego *electro* + *lysis* e significa decomposição por acção da electricidade.[2]

No quotidiano, a electrólise é um processo muito usado na preparação e purificação de metais, como por exemplo, na obtenção do alumínio a partir do mineral bauxite, ou na refinação do cobre na etapa final da extracção.

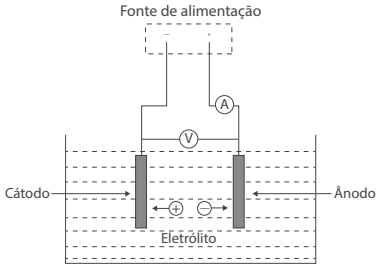


Figura 1 Representação esquemática de uma célula electrólitica utilizada para um processo de galvanoplastia.

A electrólise é também utilizada para a obtenção industrial de algumas substâncias (compostas e elementares), como por exemplo, o clorato de potássio, o di-hidrogénio, o dicloro, o hidróxido de sódio e clorato de sódio.

A electrólise também está presente nos processos de electrodeposição, nomeadamente no processo de galvanoplastia, no qual se pretende o revestimento de uma superfície condutora através da deposição, por acção de uma corrente eléctrica, de iões de um dado metal. A superfície que vai receber o revestimento metálico é ligada ao pólo negativo de uma fonte de alimentação comportando-se como um cátodo. O metal que vai fornecer o revestimento é ligado ao pólo positivo e comporta-se como ânodo. Quando a fonte de alimentação é ligada, a acção da corrente eléctrica que flui no circuito provoca a redução (no cátodo) do catião em solução e a oxidação do metal (no ânodo) (figura 1).

Referências

1. RSC: Enterprise and electrolysis, consultado em 02/03/2010.
2. Online Etymology Dictionary: electrolysis, consultado em 02/03/2010.

Banco de Imagens da Casa das Ciências

Mais de **1500 imagens** com licença *Creative Commons* para as suas apresentações

Astronomia Biologia Física Geologia Introdução às Ciências Matemática Química

Visite-nos em:
imagem.casadasciencias.org

Wikiciências

A SUA ENCICLOPÉDIA EM CIÊNCIA

A Wikiciências conta com **mais de 800 entradas** em diversas áreas

Biologia Física Geologia História da Ciência Informática Matemática Química

A Wikiciências é dirigida a todos os **professores e estudantes** de ciências

Inclui os termos que fazem parte do glossário básico dos programas do Básico e Secundário

A Wikiciências aposta na **fiabilidade e rigor científico** dos seus conteúdos

Artigos escritos por professores e investigadores e sujeitos a avaliação científica prévia

Visite-nos em:
wikiciencias.casadasciencias.org

Recursos educativos

Para que as suas aulas sejam ainda mais ricas e interativas, sugerimos um conjunto de recursos que nos parecem úteis e que podem ser descarregados gratuitamente a partir do portal da Casa das Ciências. Estes recursos foram validados científica e pedagogicamente e são apenas um pequeno exemplo da grande variedade de Recursos Educativos Digitais que pode encontrar no nosso portal.

1.º ciclo

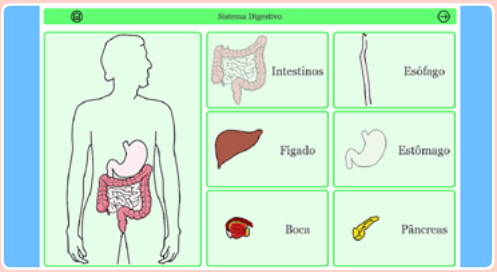
Tabuada

Descrição: Aplicação em *flash* integrada numa página HTML e que permite efetuar multiplicações, divisões e decomposição em fatores, com três níveis de dificuldade.
Tema: Multiplicação
Autor: Casa das Ciências

1.º ciclo

O corpo humano

Descrição: Aplicação em *flash* sobre o corpo humano, e que ajuda os alunos a identificarem a posição dos orgãos nos sistemas digestivo, respiratório, circulatório e urinário.
Tema: O seu corpo
Autor: Casa das Ciências



2.º ciclo

Números fracionários

Descrição: Aplicação em flash integrada numa página HTML que parte do exemplo da divisão de um chocolate para introduzir o estudo dos números fracionários.
Tema: Números fracionários
Autor: Casa das Ciências

3.º ciclo

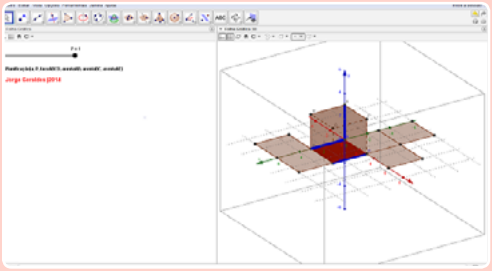
Meteoritos caídos em Portugal

Descrição: Poster de divulgação de todas as quedas comprovadas de meteoritos em território português, que inclui um mapa com a localização das quedas.
Tema: Sistema Solar
Autor: Ana Correia, José Ribeiro e Ana Ribeiro

3.º ciclo

11 planificações do cubo

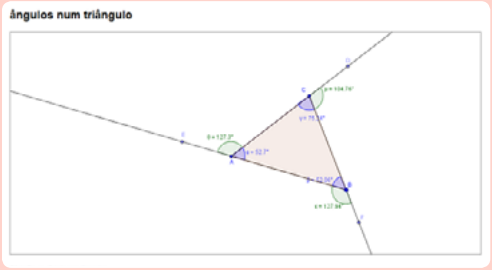
Descrição: Recurso construido em *Geogebra* que pretende , de forma simples e interativa, demonstrar as 11 planificações possíveis de um cubo.
Tema: Sólidos geométricos
Autor: Jorge Geraldes

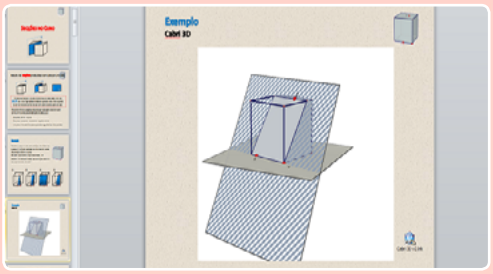


3.º ciclo

Ângulos num triângulo

Descrição: Aplicação em *Geogebra* integrada numa página de HTML. Permite explorar todas as propriedades dos ângulos internos e externos de um triângulo.
Tema: TriÂngulos e quadriláteros
Autor: Sónia Sousa





Secções no cubo

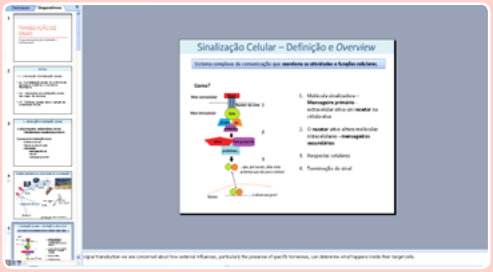
Descrição: Apresentação em *powerpoint* muito completa com imagens 3D de um cubo, e que permite uma exploração eficaz do tema "Secções no cubo".
Tema: Secções no cubo
Autor: Maria Costa

10.º ano

Eco 24h

Descrição: Aplicação que prentende calcular o impacto ecológico do utilizador nas últimas 24 horas, considerando para isso os recursos consumidos e/ou degradados.
Tema: Ecologia
Autor: Ana Filipa Lacerda

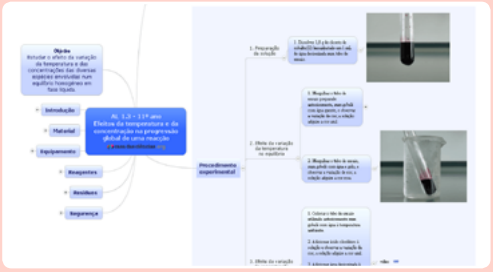
10.º ano



Transdução de sinais

Descrição: Apresentação em *powerpoint* dinâmica e interactiva onde se abordam processos celulares, fisiológicos e patológicos, bem como as técnicas de biologia celular.
Tema: Crescimento e renovação celular
Autor: Luis Sousa

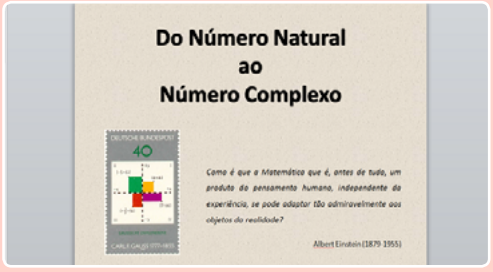
11.º ano



AL 1.3 Temperatura e concentração

Descrição: Recurso que permite a visualização global da AL 1.3 do 11º ano de Física e Química A, e que apresenta objetivos, fundamentos químicos envolvidos, reagentes...
Tema: Controlo da produção industrial
Autor: J. Pinto, T. Pires e M. Ribeiro

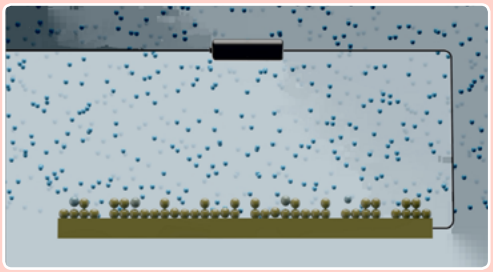
11.º ano



Números complexos

Descrição: Apresentação em powerpoint onde se faz uma pequena introdução da evolução do conceito de número e da história dos números complexos.
Tema: Introdução aos números complexos
Autor: Maria Costa

12.º ano



Eletrodeposição

Descrição: Vídeo representativo do processo de recobrimento de uma superfície metálica por electrodeposição de iões metálicos em solução.
Tema: Genética
Autor: Paulo Ribeiro Claro

12.º ano

TENHO UMA PERGUNTA...
E TALVEZ TENHA A RESPOSTA!

UM LIVRO SOBRE
EVOLUÇÃO

Faça o *download* gratuito do livro.

Clique sobre esta página ou vá a casadasciencias.org para descarregar gratuitamente.

Fotos nas apresentações

Produza apresentações ou páginas *web* com imagens de grande valor científico e didático, com a garantia de qualidade da Casa das Ciências e licença *Creative Commons*.

Clique nas imagens para as descarregar a partir do Banco de Imagens da Casa das Ciências.

Banco de Imagens da Casa das Ciências

Ganso-do-Egipto
Rubim Silva

Corola bilabiada
Rubim Silva

Aquénios de *Ranúnculus*
Rubim Silva

Ritidoma
Rubim Silva

Árvores e algas
Rubim Silva

Ritidoma
Rubim Silva

Gafanhoto à chuva
Rubim Silva

Coruja-das-torres
Artur Vaz Oliveira

Larva da borboleta-caveira
Guilherme Monteiro

Chita ou guepardo
Paulo Santos

Bufo-real
Artur Vaz Oliveira

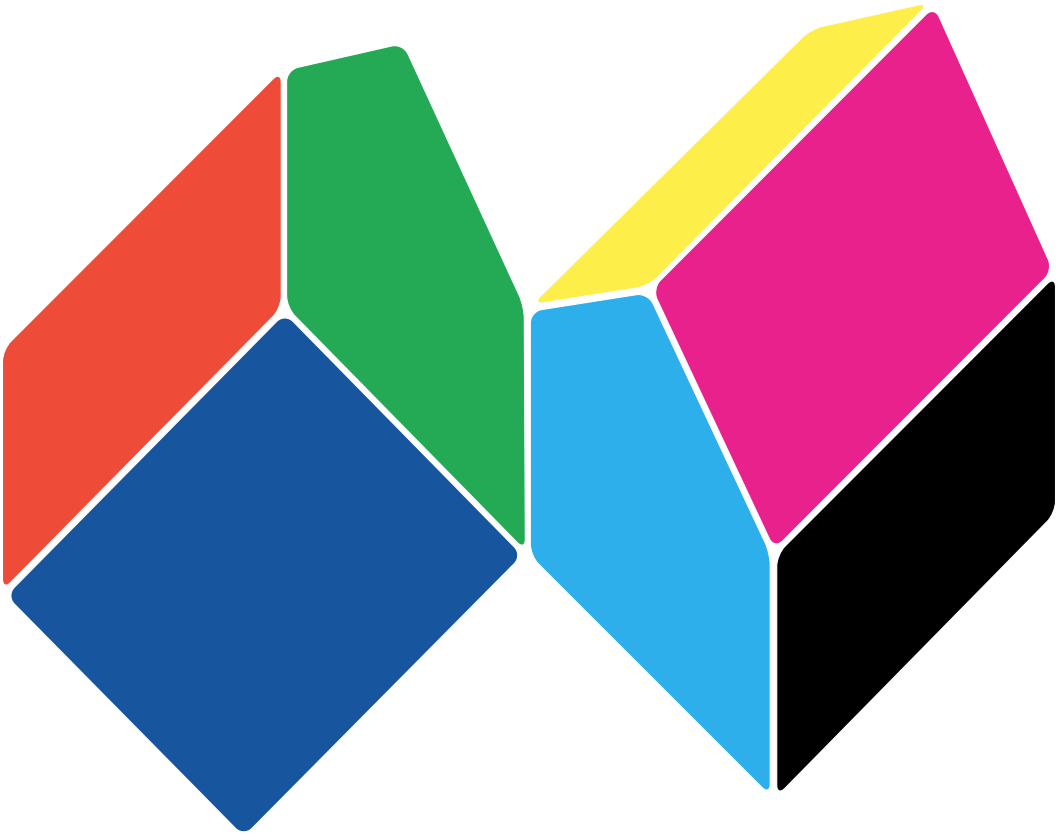
Daimão-das-rochas (Rock Hyrax)
Paulo Santos

Camurça
Paulo Santos

Contraste geomorfológico entre unidades do Proterozóico
Luís Duarte

Aragonite
Miguel Sousa

Omnia superba
Miguel Sousa



Casa das Ciências

Portal Gulbenkian para professores

FUNDAÇÃO
CALOUSTE GULBENKIAN